3. 3. 411.

3 N 3.411

NOUVEAU DICTIONNAIRE

DE PHYSIQUE.

NOUVEAU DICTIONNAIRE

DE PHYSIQUE,

RÉDIGÉ D'APRÈS LES DÉCOUVERTES LES PLUS MODERNES.

PAR A. LIBES,

AUTEUR D'UN TRAITÉ DE PHYSIQUE,

ET PROFESSEUR AUX LYCÉES DE PARIS.

TOME DEUXIÈME.

A PARIS;

CHEZ GIGUET ET MICHAUD, IMPRIMEURS-LIBRAIRES,

RUE DES BONS-ENFANS, N°. 34.

M. DCCC. VI

PUB. BIBLIOTH. OBERTINAE

NOUVEAU DICTIONNAIRE DE PHYSIQUE.

F

FAUSSE PÉNOMBRE. (*Voy.* PÉNOMBRE (fausse).

FER. (*Voyez* MÉTAUX).

FERMENTATION. Mouvement spontané qui s'excite dans un végétal et qui en change totalement les propriétés. Ce mouvement est propre aux fluides des corps organisés, et il n'y a que les substances élaborées par le principe de la vie végétale ou animale qui en soient susceptibles.

On distingue trois espèces de fermentation, la fermentation vineuse, la fermentation putride et la fermentation acétense. Nous ferons voir en peu de mots quels sont les phénomènes particuliers qui les distinguent.

Personne n'ignore l'art de faire le vin et en général toutes les liqueurs fermentées; il consiste à mettre les raisins dans une cuve, à les exposer à une chaleur de plus de dix degrés, thermomètre de *Réaumur*, à les écraser, à les fouler, à les agiter et à étendre d'eau le moût qui en résulte, s'il n'a pas assez de fluidité: alors il s'y excite une fermentation rapide, qui augmente progressivement. Lorsqu'elle a acquis son plus haut degré d'activité, il se produit une chaleur d'environ 18 degrés, suivant *Rosier*, et il se dégage toujours une quantité considérable de gaz acide carbonique, qui va former au-dessus de la cuve une couche qu'on distingue facilement de l'air. Le suc de raisin, ou le moût, de doux et de sucré qu'il étoit, se change, dans cette opération, en une liqueur vineuse qui ne contient plus de sucre et dont on peut retirer, par distillation, une liqueur inflammable qui étoit connue sous le nom d'esprit-de-vin. Cette liqueur étant un produit de la fermentation d'une matière sucrée quelconque, les chimistes modernes ont cru devoir lui enlever cette antique dénomination, pour lui substituer la dénomination plus générale d'alcool, qu'ils ont empruntée des Arabes.

Les physiciens ont long-temps agité la question de savoir s'il est avantageux d'égrapper ou non les raisins. Il nous paroît qu'il est inutile de les égrapper lorsqu'ils sont parvenus au plus haut degré de maturité. Ils sont alors très-chargés de matière sucrée; la grappe en tempère la douceur par le principe amer qu'elle donne. Lorsque les raisins ne sont pas bien mûrs, le suc qui en résulte n'est pas très-sucré; la grappe lui donneroit trop d'amertume et de rudesse.

On décuve le vin lorsque tous les phénomènes de la fermentation sont appaisés. Alors la masse s'est affaissée

peut transformer le vin en vinaigre, en l'oxigénant d'une manière quelconque.

Le procédé le plus usité pour faire du vinaigre, est encore celui qui nous a été transmis par *Boheraave;* il consiste à disposer deux tonneaux dans un atelier chaud; on établit deux claies d'osier à une certaine distance des fonds; on y étend dessus des rafles et des branches de vigne; on remplit de vin un des tonneaux, tandis qu'on ne remplit l'autre qu'à moitié: la fermentation commence dans ce dernier, et lorsqu'elle est bien établie, on la tempère en remplissant le tonneau avec le vin du second: la fermentation se développe alors dans le second; on la rallentit en le remplissant de la même manière: on continue à vider et à remplir les deux tonneaux, jusqu'à ce que le vinaigre soit bien formé. Douze à quinze jours suffisent pour l'obtenir dans cet état.

Chaptal a observé que de l'eau distillée, imprégnée de gaz vineux, donne du vinaigre au bout de quelques mois. Pour y réussir, il faut placer l'eau sur le chapeau de la vendange: l'eau se sature de gaz acide carbonique, qui a probablement entraîné une partie du mucilage, seul principe propre à subir la fermentation acéteuse.

FEU. On comprend sous cette dénomination le calorique et le fluide lumineux. (*Voyez* CALORIQUE ET FLUIDE LUMINEUX.)

FEU CENTRAL. C'est la même chose que chaleur centrale. (*Voyez* CHALEUR CENTRALE.)

FEU FOLLET. Météore lumineux, semblable à une flamme légère, qui voltige dans l'air à peu de distance de la surface de la terre, et qu'on aperçoit principalement dans les cimetières pendant les nuits d'été.

Pour expliquer ce phénomène, il importe de remarquer que les cimetières renferment beaucoup de substances animales en putréfaction, et que ces substances sont composées d'hydrogène, de carbone, d'oxigène, d'azote et de phosphore. Dans l'acte de la décomposition, ces principes élémentaires se séparent, il se forme de nouvelles combinaisons; l'hydrogène se combinant avec le calorique passe à l'état de gaz, s'empare de quelques particules de phosphore qu'il a la propriété de dissoudre à une haute température, et s'envole avec lui dans l'atmosphère. La présence de l'air enflamme le phosphore qui, à son tour, enflamme le gaz hydrogène; et de là naissent ces flammes légères qui serpentent pendant les nuits d'été sur les couches atmosphériques qui avoisinent la surface de la terre.

FEU. (Globe de) *Voy.* GLOBE DE FEU.

FEU. (Pompe à) *Voy.* POMPE A FEU.

FEU SAINT-ELME, ou CASTOR ET POLLUX. On a donné ce nom à de petites gerbes de feu que l'on aperçoit en mer dans des temps orageux, aux extrémités des mâts des bâtimens, et qui sont quelquefois accompagnées de légères explosions. Il paroît probable que les *feux* dont il s'agit sont dûs au fluide électrique qui, n'ayant pas la facilité de s'échapper à travers les parties du vaisseau, ordinairement enduites de matières résineuses, se dissipe sous la forme de petites gerbes, par les extrémités des mâts qui se trouvent au-dessous d'une nue orageuse, comme on en voit

sortir des corps non isolés vis-à-vis de nos conducteurs fortement électrisés.

FIGURE DES CORPS. Ce n'est autre chose que la situation respective des surfaces qui les terminent.

Tous les corps, quelque petits qu'ils soient, jouissent de l'étendue (*Voy.* ETENDUE.), et cette étendue a ses limites; ces limites sont des surfaces qui environnent les corps; ces surfaces diffèrent entr'elles par le nombre, la forme, la disposition et la grandeur. Elles forment la figure des corps qui doit conséquemment varier à l'infini.

Il existe des corps doués d'une si grande ténuité, que leur figure échappe à l'activité de nos regards. Il suffit pour la rendre sensible de les considérer à la faveur du microscope : ainsi la figurabilité est une propriété commune à tous les corps de la nature.

FIGURE APPARENTE. C'est la figure sous laquelle un objet s'offre à nos regards; et elle est toujours déterminée par la situation des points de cet objet, qui peuvent envoyer des rayons à l'œil du spectateur.

Il suit de là, 1°. qu'une ligne droite qui passeroit par le centre de la prunelle, perpendiculairement à la surface de l'œil, si elle était prolongée, ne paroîtroit que comme un point; car il n'y a que le point de son extrémité la plus voisine de l'œil qui puisse y envoyer des rayons lumineux.

2°. Un plan situé de manière que l'axe de l'œil prolongé se confondroit avec lui, ne paroît que comme une ligne; car il n'y a alors que la ligne qui forme la partie du contour du plan, exposée à la vue, qui puisse envoyer des rayons à l'œil du spectateur.

3°. Un solide qui ne présente à l'œil qu'une de ses faces, paroît comme une simple surface.

Une ligne d'une longueur considérable et très éloignée, régulière ou irrégulière, présente au spectateur situé dans son plan, l'aspect d'un arc de cercle dont il occupe le centre.

Imaginons une courbe irrégulière dont tous les points sont dans le plan de l'œil. Puisque ces points sont très-éloignés, la différence qui existe entre les lignes menées de l'œil à chacun de ces points, doit s'évanouir par rapport au spectateur, et conséquemment ces lignes lui paroissent comme des rayons d'un même cercle. De là vient qu'il croit occuper le centre d'un cercle et voir tous ces points à la circonférence.

Il suit de là qu'une petite ligne irrégulière et vue de loin, doit paroître comme une ligne droite; car elle doit paroître comme un arc d'un très-petit nombre de degrés.

De là vient, 1°. qu'un observateur situé dans une vaste plaine terminée irrégulièrement, croit toujours être au centre d'un cercle; les objets élevés et éloignés paroissent tous à la circonférence; 2°. le ciel nous paroît comme une sphère creuse dans l'axe de laquelle notre œil est situé, et tous les astres sont comme attachés à sa circonférence; 3°. les grandes villes et les forêts paroissent terminées en amphithéâtre lorsqu'on les voit de loin; 4°. une sphère fort éloignée, comme le soleil et la lune, ne nous paroît que comme une surface plane et circulaire; 5°. un polyèdre taillé à facettes, paroît comme un globe vu à une distance médiocre, et vu de loin,

comme un cercle ; 6°. une tour carrée paroît ronde, si le spectateur est placé à une grande distance.

Un polygone régulier doit paroître régulier au spectateur placé dans l'axe du polygone. Car puisque le polygone est régulier, tous ses angles sont égaux, ainsi que ses côtés. Puisque le spectateur est placé dans l'axe, tous les angles et tous les côtés du polygone sont également distans de l'œil : donc les côtés du polygone doivent paroître égaux et situés tous de la même manière.

Si le spectateur est placé hors de l'axe du polygone régulier, les côtés du polygone sont inégalement éloignés de l'œil : des côtés égaux sont donc vus sous des angles inégaux, et conséquemment ils doivent paroître inégaux. De là vient qu'un polygone régulier vu obliquement paroît allongé et qu'un cercle paroît sous une forme *elliptique*.

FIGURE DES PLANÈTES. Si les planètes étoient fluides et sans mouvement de rotation, l'attraction égale et réciproque de toutes leurs molécules feroit naître la figure sphérique ; car une colonne plus grande de la surface au centre pèseroit plus sur le centre, élèveroit par son poids les colonnes plus courtes, s'abaisseroit elle-même à proportion, jusqu'à ce que toutes les colonnes, ayant même hauteur, se balanceroient mutuellement par l'égalité de leur poids.

Cette figure sphérique des planètes ne change pas par leur mouvement de translation autour du soleil, parce que toutes leurs molécules, se mouvant de la même manière, leur rapport de situation n'est pas troublé ; mais par le mouvement de rotation, la figure sphérique souffre une altération d'autant plus grande, que le mouvement est plus rapide ; car toutes les molécules acquièrent par le mouvement de rotation une force centrifuge opposée à la pesanteur. La pesanteur étant la même à la même distance du centre, et sur tous les points de la même surface sphérique, la figure des planètes n'éprouveroit aucun changement, si la force centrifuge étoit la même à égales distances du centre ; mais l'équateur des planètes étant animé d'une plus grande vitesse que les autres cercles parallèles, il a plus de force centrifuge en raison de la plus grande longueur de son rayon. Cette force centrifuge, toujours dirigée suivant le rayon du cercle qui est décrit, déjà plus grande à l'équateur que dans ses cercles parallèles, y est encore plus directement opposée à la pesanteur, toujours dirigée perpendiculairement à sa surface, selon le rayon de la sphère. La pesanteur des molécules composant la masse des planètes, souffre donc, sous ce double rapport, par la force centrifuge, une diminution plus grande à l'équateur qu'aux pôles, et que dans les autres cercles parallèles ; et conséquemment les autres colonnes, celles des pôles principalement, pesant plus sur le centre que la colonne de l'équateur, doivent élever continuellement cette colonne, et souffrir elles-mêmes une dépression, jusqu'à ce que l'excès de hauteur sous l'équateur compense l'excès de pesanteur sous les pôles ; d'où il résulte que les planètes doivent prendre la figure d'un sphéroïde applati par les pôles.

Cet applatissement des pôles, par le rapport de la force centrifuge à la pesanteur, a cependant une limite. Il est le plus grand possible, lorsque la

force centrifuge est égale à la pesanteur. Si la force centrifuge devenoit plus grande, les molécules dont la planète se compose s'écarteroient indéfiniment dans l'espace, et cet écartement entraîneroit sa destruction.

La théorie est ici d'accord avec les observations faites sur la terre pour déterminer sa figure. (*Voy.* FIGURE DE LA TERRE.)

FIGURE DE LA TERRE. A mesure qu'on s'avance vers le nord, on voit le pôle s'élever de plus en plus; la hauteur des étoiles situées vers le nord augmente; celle des étoiles situées vers le midi diminue; plusieurs qui étoient visibles disparoissent à nos regards. Ces phénomènes ont dû sans doute fixer l'attention des hommes dans les premiers âges du monde, et faire naître la première idée de la courbure de la terre; et comme la figure sphérique est la plus simple des figures rentrantes, on a dû d'abord donner la figure sphérique à la terre. Bientôt la curiosité a dû porter les premiers observateurs à mesurer ses dimensions; mais il ne nous reste des différentes tentatives faites sur cet objet que des traces fugitives qui vont se perdre dans l'obscurité des premiers siècles. De toutes les mesures anciennes relatives à la figure de la terre, la seule qui soit parvenue à notre connoissance, c'est celle que *Picard* exécuta en France vers la fin du seizième siècle. Il mesura le degré moyen de la France, (*Voy.* DEGRÉ DE LA TERRE.) et obtint pour résultat de ses opérations 57060 toises, (un million cent soixante-dix-neuf décimètres.)

Cassini, père et fils, s'occupant ensuite du même objet, trouvèrent que le degré moyen de la France étoit de 57061 toises, résultat un peu différent de celui de *Picard*, et que les degrés alloient en diminuant dans toute l'étendue de la France, du midi au nord, depuis Collioure jusqu'à Dunkerque. D'autres opérations faites depuis, en 1733, 1734, 1736, confirmèrent les résultats de *Cassini*. Ainsi, toutes les mesures s'accordoient à prouver que la terre étoit allongée vers les pôles, tandis que la théorie de la pesanteur indiquoit son applatissement. (*Voy.* FIGURE DES PLANÈTES.)

Au milieu de ces incertitudes, l'académie des sciences jugea qu'il falloit mesurer deux degrés très-éloignés, afin que leur différence, si elle existoit, fût assez grande pour ne pas être attribuée à l'erreur de l'observation.

On proposa de mesurer le premier degré du méridien sous l'équateur, et le degré le plus voisin du pôle qu'on pourroit. *Godin*, *Bouguer* et *de la Condamine* partirent pour le premier voyage, en 1735; et en 1736, *Maupertuis*, *Camus* et *Lemonnier* partirent pour la Laponie. Ces derniers furent de retour en 1737. Ils avoient mesuré le degré de latitude qui passe par le cercle polaire à environ 23 degrés $\frac{1}{2}$ du pôle, et l'avoient trouvé considérablement plus grand que le degré moyen de France; d'où ils conclurent l'applatissement de la terre vers les pôles.

Le degré de Laponie, à 66 degrés 20 minutes, avoit été trouvé par ces habiles observateurs de 57438 toises, plus grand de 378 toises que le degré de 57060 toises de *Picard*, mesuré à 49 degrés 23 minutes. Mais avant que d'en conclure la figure de la terre, ils jugèrent à propos de corriger le

degré de *Picard*, en ayant égard à l'aberration des étoiles que *Picard* ne connoissoit pas, comme aussi à la précession et à la réfraction que cet astronome avoit négligées. Par ce moyen, le degré de 57060 toises, déterminé par *Picard*, se réduisit à 56925 toises, plus court que celui de Laponie de 513 toises.

Les académiciens qui avoient été envoyés au Pérou, rendirent à leur retour la question encore plus difficile à résoudre. Ils avoient mesuré le premier degré de latitude, et l'avoient trouvé de 56753 toises, c'est-à-dire, beaucoup plus petit que le degré de France, soit qu'on évaluât ce dernier à 57074 toises ou à 57183. La comparaison des degrés de l'équateur et de la Laponie, donnoit, dans l'hypothèse elliptique, le rapport des axes de 214 à 215, rapport approchant de celui de *Newton*, qui étoit de 229 à 230; or, dans cette hypothèse, et supposé cet applatissement, le degré de France devoit avoir nécessairement une certaine valeur : cette valeur étoit assez conforme à la longueur de 57183 toises, assignée au degré de France par les académiciens du nord, et nullement à celle de 57074 toises, qu'on lui donnoit en dernier lieu. Il n'est pas inutile d'ajouter qu'en 1740, lorsqu'on avoit trouvé la diminution des degrés de France du nord au midi, telle qu'elle doit être dans la terre applatie, on avoit mesuré un degré de longitude, à la latitude de 43 degrés 32 minutes; et ce degré de longitude s'accordoit aussi très-bien avec ce qu'il devoit être dans l'hypothèse de la terre elliptique et de l'applatissement égal à $\frac{1}{215}$.

Sans avoir égard aux quatre degrés qui s'accordoient dans l'hypothèse elliptique, et qui donnoient l'applatissement de $\frac{1}{215}$, *Bouguer* crut devoir préférer le degré de France déterminé à 57074 toises à ce même degré déterminé à 57183. Il ôta ainsi à la terre la forme elliptique, et lui donna celle d'un sphéroïde, dans lequel les accroissemens des degrés suivroient la proportion, non des carrés des sinus de latitude, mais des quatrièmes puissances de ces sinus. Il trouva que le degré du nord, celui du Péron, celui de France supposé de 57074 toises, et le degré de longitude mesuré à 43 degrés 32 minutes de latitude, s'accorderoient dans cette hypothèse. Il en conclut que la terre étoit un sphéroïde non elliptique, dans lequel le rapport des axes étoit de 178 à 179, presque égal à celui de 177 à 178 trouvé en dernier lieu par les académiciens du nord, mais, à la vérité, dans l'hypothèse de l'ellipticité de la terre.

Les choses en étoient à ce point, lorsqu'en 1752, *Lacaille*, un de ceux qui avoient eu le plus de part à la mesure des degrés de France, en 1740, se trouvant au cap de Bonne-Espérance, y mesura le degré du méridien, et le trouva de 57037 toises. Ce degré s'accorde très-bien avec l'hypothèse elliptique, et l'applatissement de $\frac{1}{215}$, ainsi qu'avec le degré de France supposé de 57183 toises; mais il est presque égal au degré de France supposé de 57074 toises; d'où il résulte que non seulement la terre n'est pas un ellipsoïde, mais encore qu'elle n'est pas un solide de révolution, c'est-à-dire, que ses deux hémisphères ne sont pas semblables, puisque les degrés sont presque égaux à des latitudes aussi diffé-

rentes que celle de France à 49 degrés, et à celle du Cap à 33 degrés.

FILTRATION. Opération par laquelle on débarrasse un liquide des parties hétérogènes qui altèrent sa pureté, pourvu qu'elles ne soient pas dans un état de dissolution par le liquide.

La filtration s'exécute par le moyen des filtres; mais il faut pour cela, 1°. que le filtre ne puisse rien fournir au liquide qu'on y fait passer; 2°. qu'il ne puisse être attaqué par le liquide; 3°. que ses pores soient plus petits que les particules de la substance qu'on veut enlever au liquide.

Les matières qu'on emploie communément pour filtrer, sont des étoffes de laine à poil, les toiles plus ou moins serrées, et le papier sans colle. La formation des filtres varie suivant la qualité et la quantité des liquides qu'on veut filtrer. Il y en a qui ont la forme d'un cône creux renversé; on les nomme *chausses*. Le filtre chimique le plus ordinaire est le papier sans colle. Si l'on n'a qu'une petite quantité de matière à filtrer, on plie le papier en entonnoir, et on le place dans un entonnoir de verre.

Si l'on a beaucoup de matière à filtrer, on attache une toile aux quatre angles d'un chassis de bois, en observant que cette toile ne soit point tendue; on garnit de papier non collé l'intérieur de la toile, et l'on verse par-dessus le liquide qu'on veut filtrer.

Dans les usages domestiques, on emploie pour filtrer l'eau un amas de parties fines de quelques substances, telles que le sable.

FIN. (Corde sans) *Voy.* CORDE SANS FIN.

FIN. (Vis sans) *Voy.* VIS SANS FIN.

FIRMAMENT. C'est ainsi qu'on nomme la voûte azurée qui s'élève au-dessus de nos têtes, et à laquelle les étoiles nous paroissent fixées.

FIXE. (Air) *Voyez* ACIDE CARBONIQUE.

FIXITÉ. Propriété en vertu de laquelle un corps résiste à l'action du calorique qui tend à le transformer en fluide aériforme.

Aucun corps de la nature ne jouit de la fixité absolue. Si nous regardons un corps comme *fixe*, c'est que nous le comparons à un autre qui l'est beaucoup moins. Ainsi, la potasse et la soude avoient reçu le nom d'*alcalis fixes*, par rapport à *l'ammoniaque*, qui jouit d'une grande volatilité.

FLAMME. Fluide subtil et lumineux qui se dégage dans l'acte de la combustion de certains corps.

La combustion consiste dans l'union d'un corps avec la base du gaz oxigène. Dans l'acte de la combinaison, cette base abandonne une grande partie du calorique qui lui donnoit la fluidité aériforme. Le calorique recouvre sa liberté, sa vitesse et en même temps la propriété d'éclairer que lui avoit fait perdre sa combinaison avec l'oxigène. Le corps ignescent perd aussi en s'unissant avec la base du gaz oxigène une partie du calorique qui étoit combiné avec ses molécules, surtout si ce corps est à l'état de fluide élastique, comme le gaz hydrogène; de sorte que dans l'acte de la combustion il se dégage, soit du corps ignescent, soit du gaz oxigène, du calorique qui donne naissance à une flamme plus ou moins vive, suivant sa quantité et le degré de vitesse qui l'anime.

On observe de grandes différences dans la flamme des divers corps combustibles; ces différences dépendent de la nature de ces corps, et surtout de l'état particulier où se trouve le calorique qui s'échappe. La flamme absolument pure ne seroit autre chose que le calorique lui-même, séparé de toute autre substance, dans sa plus grande simplicité, et animé d'une grande vitesse. Mais presque toujours le calorique qui se dégage se trouve mêlé de particules non inflammables ou non enflammées, dont la présence altère plus ou moins la pureté de la flamme; de là la fumée qui ordinairement précède ou accompagne la flamme. (*Voy.* Fumée.)

Dans l'obscurité, la flamme d'une bougie ou d'un corps semblable quelconque paroît plus grande à l'observateur situé à une certaine distance, qu'à celui qui se trouve au voisinage de la bougie. Ce phénomène dépend probablement de ce que l'œil placé à une petite distance de la bougie peut aisément distinguer la flamme d'avec l'air contigu qui en est éclairé, et apercevoir précisément le point où la flamme se termine, tandis que, à un plus grand éloignement, on ne peut plus distinguer ce point. L'on confond avec elle une partie de l'air environnant qui en est éclairé; et conséquemment la flamme doit paroître plus grande quoique l'angle optique dont elle est la base, soit réellement beaucoup plus petit. (*Voy.* Grandeur apparente.)

Au reste, quelle que soit la cause de ce phénomène, il importe de remarquer qu'il est renfermé entre certaines limites : car la flamme d'une bougie ne paroît que comme un point à une très-grande distance, et elle ne semble s'aggrandir que lorsqu'elle est assez près de nous; après quoi, cette même flamme diminue de grandeur à mesure qu'elle s'approche. Il y a donc un point où la lumière paroît occuper le plus grand espace possible. La détermination précise de ce point à l'aide de l'expérience, pourra jeter du jour sur la véritable cause du phénomène.

La flamme prend à l'air libre la figure d'un cône. Pour expliquer ce phénomène, il importe de remarquer que le calorique qui se dégage dans l'acte de la combustion prendroit de lui-même, comme tous les fluides, une figure sphérique, et se précipiteroit vers le centre de la terre, si des causes extérieures ne l'obligeoient à suivre une certaine direction et ne changeoient l'arrangement naturel de ses molécules. Mais ce fluide est plongé dans l'air qui est plus pesant que lui : il doit donc se porter de bas en haut en vertu de sa légèreté respective, de manière que si le calorique qui s'échappe n'étoit pas suivi sans interruption d'autres molécules de fluide semblable, on ne verroit qu'une petite flamme presque arrondie de toutes parts, s'élever à une certaine hauteur; mais comme l'écoulement du calorique est continuel, on devroit voir la flamme sous la forme d'un cylindre. Si elle se présente sous la forme d'une pyramide ou d'un cône, c'est qu'à mesure que le calorique s'éloigne du corps ignescent, il est absorbé en partie par l'air dont la température augmente; la vitesse d'une partie de celui qui reste est diminuée à raison du peu de conductricité de l'air qui lui fait ainsi perdre la propriété d'éclairer; de sorte qu'il n'y a, pour ainsi dire, que le noyau de la partie supérieure du cylindre qui soit lumineux.

FLÉAU. Espèce de levier qui fait

la partie principale d'une balance. (*Voy.* Balance.) Dans une balance commune, le fléau est un levier du premier genre partagé par l'axe en deux bras égaux, et aux extrémités duquel on suspend les bassins. Dans la balance romaine, le fléau est un levier du premier genre partagé par l'axe en deux bras inégaux, sur le plus long desquels glisse le poids, tandis qu'on attache le corps qu'on veut peser à l'extrémité du bras le plus court.

FLÈCHE. Les astronomes ont donné ce nom à une petite constellation de la partie boréale du ciel, qui est située dans la Voie lactée, auprès de l'aile de l'Aigle, au-dessous de la Lyre et de la tête du Cigne. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*.

FLEUR DE LIS. On appelle ainsi une des constellations de la partie boréale du ciel, qui est située à côté du triangle boréal, entre la tête de Méduse et le Bélier. C'est une des onze nouvelles constellations qu'*Augustin Royer* a ajoutées aux anciennes, et sous lesquelles il a rangé les étoiles qui étoient demeurées informes.

FLEUVE. C'est une masse considérable d'eau qui, fournie par une ou plusieurs sources, coule dans un lit vaste et profond, pour se rendre ordinairement à la mer.

Lorsqu'une eau courante n'est pas assez forte pour porter bateau, on l'appelle *ruisseau;* si elle est assez forte pour porter bateau, elle prend le nom de *rivière*. Enfin si elle peut porter de grands bateaux, on la nomme *fleuve*. La différence de ces dénominations n'est, comme l'on voit, que du plus ou moins. Quelques auteurs ne donnent le nom de *fleuves* qu'aux rivières qui se déchargent immédiatement dans la mer, et il paroît que l'usage a consacré cette dénomination. D'autres prétendent qu'il n'y a de vrais fleuves que ceux qui ont le même nom depuis leur source jusqu'à leur embouchure.

Les ruisseaux ou petites rivières viennent quelquefois d'une grande quantité de pluies ou de neiges fondues, principalement dans les lieux remplis de montagnes, comme on en voit dans l'Afrique, les Indes, etc. Mais en général les fleuves et les rivières viennent des sources. (*Voyez* Source.) L'origine des sources elles-mêmes vient aussi, soit des vapours qui retombent sur le sommet des montagnes, soit des eaux de pluie ou de neige fondue, qui se filtrent à travers les entrailles de la terre, jusqu'à ce qu'elles trouvent une espèce de réservoir où elles puissent s'amasser.

Halley a fait voir dans les *Transactions philosophiques*, n°. 192, que les vapeurs élevées de la surface de la mer, et transportées par le vent sur la terre, sont suffisantes pour former toutes les rivières et entretenir les eaux qui sont à la surface de la terre. On sait, en effet, par des expériences que *Muschembrok* a faites avec soin, qu'il s'évapore par an environ 29 pouces (79 centimètres) d'eau; et cette évaporation paroît suffisante pour produire la quantité d'eau que les fleuves portent à la mer. *Buffon* a trouvé par un calcul assez plausible (*Histoire naturelle*, tome Ier., page 356), que dans l'espace de 812 ans, toutes les rivières ensemble rempliroient l'Océan: d'où il conclut que la quantité d'eau qui s'évapore de la mer, et que les vents transportent sur la terre, pour produire les ruisseaux et les fleuves, est d'environ les deux tiers d'une ligne

par jour, ce qui est encore au-dessous de 29 pouces dont on vient de parler. (*Voyez* l'article FONTAINE pour de plus amples détails.)

FLEUVE. Mot générique sous lequel les astronomes ont désigné trois constellations, dont deux sont situées dans la partie boréale du ciel, et une dans la partie australe. Les deux qui sont placées dans la partie boréale, sont : le *fleuve du Jourdain* et le *fleuve du Tigre*. Celle qui est placée dans la partie australe, est le *fleuve Eridan*.

FLEXIBILITÉ. Propriété qu'ont les corps de pouvoir céder aux puissances qui les compriment. Cette propriété est commune, comme la compressibilité à tous les corps de la nature. (*Voyez* COMPRESSIBILITÉ.)

FLINT-GLASS. C'est le nom que les Anglais ont donné au cristal blanc dont on fait à Londres les verres et les *carafes*. Ce cristal a plus de densité que le verre ordinaire, ce qui lui donne une force refringente plus considérable. On l'emploie avec avantage pour la fabrication des prismes et pour former les objectifs des lunettes achromatiques. (*Voyez* LUNETTE ACHROMATIQUE.) Ce cristal a en outre la propriété de disperser beaucoup les rayons colorés, et de produire une image solaire, plus grande que ne le font les autres espèces de verre. On attribue cette propriété à l'oxide de plomb qui entre comme élément dans la composition du flint-glass.

FLUIDE. On a donné ce nom à un corps quelconque dont les molécules ont entre elles si peu d'adhérence qu'elles cèdent à la plus légère pression, et qu'elles roulent avec la plus grande facilité les unes sur les autres.

Parmi les fluides que nous offre la nature, les uns ne peuvent être comprimés sensiblement par les moyens connus. On les appelle *liquides* ou *fluides incompressibles*.

D'autres sont très-compressibles, mais impalpables et invisibles. On les nomme *fluides élastiques* ou *fluides compressibles*.

Quelques-uns, enfin, qui méritent à peine le nom de fluides, sont sensiblement compressibles, mais palpables et visibles. Tels sont un tas de bled, un tas de sablon, etc.

Les fluides sont soumis à des lois de pression et d'équilibre différentes de celles qui maîtrisent les corps solides. Ces lois sont en physique des principes fondamentaux que nous allons établir avec tout le soin que leur importance commande.

CHAPITRE Ier.

Des différentes lois que les fluides observent dans leur pression.

Il est toujours possible, il est même facile dans certaines circonstances de convertir un solide en fluide et réciproquement. Nous avons déterminé à l'article *calorique* la cause de cette espèce de métamorphose, qui est une modification accidentelle de la matière et qui ne peut altérer en aucune manière sa nature. Les fluides et les solides sont donc composés de molécules de même nature, et conséquemment les molécules des fluides jouissent de la pesanteur comme celles des solides.

Si la pesanteur des molécules d'un fluide n'est pas sensible dans le fluide même, cela vient de ce que les molécules inférieures soutiennent les supérieures et les empêchent de descendre.

La pesanteur n'est pas pour cela détruite puisque le fluide contenu dans un vase, agit par son poids d'une manière sensible, et proportionnellement à sa masse, sur le bassin d'une balance dans laquelle le vase est supposé placé. L'expérience suivante démontre sensiblement que les molécules des fluides conservent leur pesanteur partout dans un fluide.

Première expérience.

Plongez dans l'eau une fiole bouchée et suspendue par un crin; débouchez la fiole, en la tenant toujours plongée; l'eau qui va remplir la capacité de cette fiole en augmente beaucoup le poids, quoiqu'elle communique avec l'eau extérieure.

Il suit de cette pesanteur que les molécules inférieures d'un fluide soutiennent les supérieures, et en sont comprimées proportionnellement à la hauteur du fluide au-dessus des molécules comprimées; mais cette pression exercée par les fluides, en vertu de leur pesanteur, diffère de celle des solides; et c'est cette différence qu'il importe d'apprécier.

Toutes les molécules qui composent les solides sont étroitement unies entre elles; elles font un seul et même tout; leur effort se concentre, pour ainsi dire, en un seul point. (*Voyez* CENTRE DE GRAVITÉ.) Il n'en est pas ainsi des fluides; toutes leurs molécules sont indépendantes les unes des autres; elles ont entre elles si peu d'adhérence qu'elles cèdent au moindre effort qu'on fait pour les séparer: d'où il résulte qu'elles exercent leur pression indépendamment les unes des autres.

Il y a plus, les solides n'exercent leur pression que dans le sens de la gravité, c'est-à-dire, de haut en bas; les fluides pressent selon toutes sortes de directions. Cette pression en tous sens est une loi de la nature qui caractérise les fluides.

Les fluides pressent de bas en haut.

Seconde expérience.

Plongez dans l'eau un tube de verre, non capillaire, ouvert par les deux bouts, et dont vous bouchez une extrémité avec le pouce. Le tube étant rempli d'air, l'eau n'y monte qu'à une très-petite hauteur. Sitôt que vous ôtez le pouce, pour que l'air comprimé puisse s'échapper, l'eau monte sensiblement dans le tube. Elle jaillit même à une hauteur supérieure à celle de la surface de l'eau, d'où il résulte que l'eau contenue dans le tube reçoit une impulsion dans un sens contraire à la pesanteur, et conséquemment que les fluides pressent de bas en haut.

Troisième expérience.

On prend un large verre, dans lequel on en met un autre moins large, dont le fond puisse être chargé de quelque poids. On verse ensuite lentement de l'eau dans le verre qui a le plus grand diamètre; et lorsqu'on en a versé jusqu'à une certaine hauteur, le verre qui a moins de capacité s'élève avec le poids dont il est chargé, et commence à flotter sur la surface de l'eau: d'où il résulte que l'eau exerce sur le fond du verre une pression de bas en haut.

Quatrième expérience.

On prend un vase cylindrique ou-

vert par les deux bouts. On applique à son extrémité inférieure un plan métallique d'environ 7 millimètres (3 lignes) d'épaisseur, recouvert d'un cuir mouillé et soutenu par un fil attaché à son centre, jusqu'à ce qu'il soit plongé dans l'eau à environ 8 centimètres (3 pouces) de profondeur. Le fil étant lâché, le plan métallique reste appliqué à l'orifice du vase, et est conséquemment soutenu par l'eau, jusqu'à ce que ce fluide s'insinuant entre la jonction des deux pièces se soit suffisamment élevé dans l'intérieur du vase, pour exercer sur le plan métallique une pression de haut en bas qui détruise la pression de bas en haut qui le tient appliqué à l'orifice du vase.

On utilise dans bien des circonstances cette propriété qu'ont les fluides de presser de bas en haut. Veut-on tirer de l'eau des puits qui sont fort profonds? On se sert de deux seaux attachés aux deux extrémités d'une même corde qui embrasse un tambour qu'on fait tourner, de manière que l'un descend pendant que l'autre monte. Comme ces seaux sont ordinairement fort grands, et qu'on est souvent obligé de leur donner de la longueur aux dépens de la largeur, pour s'accommoder à la largeur du puits, on prend le parti de les emplir par le fond; et, pour cet effet, on y pratique une ou plusieurs soupapes, qui laissent entrer l'eau dans le seau sans lui permettre d'en sortir.

Les fluides exercent une pression latérale.

Cinquième expérience.

Prenez un tube recourbé ouvert par les deux bouts, et dont les branches d'inégale longueur fassent entr'elles un angle quelconque. Bouchez, avec le pouce, l'orifice de la longue branche, et plongez dans l'eau l'autre extrémité. Sitôt que vous ôtez le doigt, l'eau monte sensiblement dans la longue branche, et cette ascension ne peut avoir pour cause qu'une impulsion latérale que reçoivent, des molécules voisines, celles qui se trouvent à l'orifice du tube. C'est en vertu de cette pression latérale qu'un tonneau plein d'un fluide se vide quand on le perce sur le côté.

La pression exercée sur les molécules inférieures d'un fluide par la pesanteur du fluide supérieur, est égale dans tous les sens.

Sixième expérience.

On plonge dans l'eau les tubes de verre A, B, C, D (*fig.* 59, *pl.* 7), ouverts par les deux bouts, et dont on bouche une extrémité avec le pouce. Sitôt qu'on ôte le pouce, l'eau monte dans tous à la même hauteur. Dans le tube A, la pression est dirigée de bas en haut; dans le tuyau B, de haut en bas; dans le tuyau C, elle est latérale; dans le tuyau D, elle est oblique. Si l'on verse dans le vase une plus grande quantité d'eau, elle monte aussi également dans tous les tubes.

Il suit de-là, 1°. que *chaque molécule d'un fluide est également pressée de toutes parts, et conséquemment qu'elle est en repos*: les molécules des fluides ne sont donc pas continuellement en mouvement entre elles, comme plusieurs physiciens l'ont prétendu. Si dans certaines circonstances le mouvement a lieu, il est toujours l'effet d'une cause particulière.

2°. Il suit de cette égalité de pression en tout sens, que *la surface d'un fluide abandonné à lui-même, doit toujours devenir plane et parallèle à l'horizon.* S'il en étoit autrement, certaines colonnes deviendroient plus élevées que les autres; les molécules inférieures qui répondroient à des colonnes plus élevées, seroient donc plus pressées que leurs voisines qui répondroient à des colonnes d'une moindre hauteur. Les premières exerceroient donc sur les secondes une pression latérale et effective. Celles-ci agiroient en tout sens, avec une force égale à la force comprimante, et feroient par conséquent effort pour élever les molécules supérieures qui obéiroient à cette action. L'équilibre ne peut donc s'établir, et le fluide être en repos, que lorsque la surface devient plane et parallèle à l'horizon.

La pression qu'un fluide exerce contre une surface quelconque, est perpendiculaire à chacun de ses élémens : si elle étoit oblique, il faudroit la décomposer en deux, dont l'une seroit perpendiculaire à la surface, et conséquemment effective, tandis que l'autre qui auroit une direction parallèle à la surface, ne produiroit aucun effet.

Les fluides pressent en raison de leur hauteur perpendiculaire, quelle que soit leur quantité, et la figure des vases qui les renferment.

Soit *a b c d* (*fig.* 60, *pl.* 7) un vase prismatique et vertical, contenant de l'eau; soit *a b* la surface supérieure de ce fluide, et *c d* le fond du vase : la pression exercée sur chacune des parties du fond, comme *g h*, est égale au poids d'une colonne d'eau *g h i k*, dont la partie *g h* est la base, et *g i* ou *h k*, la hauteur perpendiculaire. S'il en étoit autrement, il faudroit que *g h* soutînt un plus petit ou un plus grand poids que celui de la colonne *g h i k*, ce qui ne pourroit provenir que des colonnes collatérales *a c g i*, *b d h k*. Si *g h* soutenoit un plus grand poids que celui de la colonne *g h i k*, pour la même raison, *c g* soutiendroit un plus grand poids que celui de la colonne *a c g i*, et *h d*, un plus grand aussi que celui de la colonne *b d h k* : d'où il résulte que toutes les parties *c g*, *g h*, *h d*, du plan *c d*, soutiendroient ensemble un effort plus grand que celui de tout le fluide renfermé dans le vase prismatique *a b c d*; ce qui est évidemment absurde. Il est aisé de démontrer, par un semblable raisonnement, que *g h* ne peut soutenir un plus petit poids que celui de la colonne *g h i k* : d'où il résulte que le poids de la colonne qui est perpendiculaire au-dessus du plan, est la mesure exacte de la pression que soutient le plan.

Faisons varier à présent la figure du vase, ainsi que la quantité du fluide qu'il renferme; la pression sera toujours la même, si la perpendiculaire entre la base *g h* et la surface du fluide renfermé dans le vase, reste la même. Soit le vase *l n g h o m* (*fig.* 61, *pl.* 7) d'une forme irrégulière, soit *l m* la surface du fluide; si la distance perpendiculaire entre *g h* et *l m*, savoir *g i* ou *h k*, est la même que ci-devant, la pression exercée par le fluide contenu dans le vase *l n g h o m*, contre le plan *g h*, sera égale au poids de la colonne d'eau *g h i k* (*fig.* 60, *pl.* 7).

Pour démontrer la vérité de cette espèce de paradoxe, concevons chacun de ces vases placé dans un autre d'un plus grand diamètre, tel que

abcd. La pression exercée sur *gh* sera toujours la même, soit que nous supposions le fluide *lnghom*, contenu dans son propre vaisseau, ou qu'imaginant ce vaisseau enlevé, nous supposions à sa place, le fluide *acgnl* et *bdhom*: on peut en effet concevoir le fluide du petit vase comme retenu par celui du grand qui l'environne de tous côtés, comme il l'étoit par le premier vase. Supposons à présent que tout est en repos; il est évident, dans ce dernier cas, où le fluide environnant *acgnl* et *bdhom* est supposé servir de vase au fluide *lnghom*, il est évident, dis-je, que la pression sur *gh* est égale au poids de toute la colonne *ghik*, comme nous l'avons déjà prouvé: donc dans le premier cas, quand le fluide *lnghom* étoit renfermé dans son propre vase, sa pression sur *gh* étoit aussi égale au poids de la même colonne *ghik*. Il est aisé de démontrer, en raisonnant de la même manière, qu'un fluide renfermé dans quelque vase que ce soit, de forme irrégulière, comme *lnghom* (*fig.* 62 *et* 63, *pl.* 7), pressera le fond avec une force égale au poids de la colonne du fluide qui auroit le même fond pour base, et *gi* ou *hk*, perpendiculaire entre les deux plans *gh*, *ik*, pour sa hauteur; or, le poids d'une colonne de fluide qui auroit le même fond *gh* pour base, et *gi* ou *hk* pour sa hauteur, est égale au produit de cette base par la hauteur *gi*: d'où il résulte que la pression exercée par un fluide sur le fond d'un vaisseau quelconque, soit régulier, soit irrégulier, doit s'estimer par le produit du nombre qui exprime le fond du vase, par celui qui exprime la hauteur perpendiculaire entre le plan de la base, et le plan du niveau de fluide.

Confirmons cette vérité par le témoignage de l'expérience.

Septième expérience.

On élève deux montans CD, CD, sur les deux côtés d'une caisse AB (*fig.* 64, *pl.* 7); dans la largeur de ces montans, glissent à rainures les deux queues F, F d'une traverse GH. Cette traverse porte deux supports K, I, sur le haut desquels roulent les axes de deux romaines M, L, qui sont terminées par deux arcs de cercle décrits du centre commun de leur mouvement. La traverse GH est ouverte en *ef*, pour laisser passer un cordon dont les extrémités sont attachées en *a* et *b*, et auquel on a accroché le fil de laiton *c d*.

Au milieu de la caisse AB, est monté à vis un cylindre de cuivre NO, d'environ deux décimètres (7 pouces 4 lignes) de hauteur, et d'un décimètre (environ 3 pouces et demi) de diamètre, suivant la grosseur d'un vase cylindrique R. Dans ce cylindre, qui doit être bien calibré dans toute sa hauteur intérieure, glisse un piston P fait de cuivre, recouvert d'un cuir gras. Ce piston doit glisser grassement dans ce cylindre, et le remplir assez exactement pour sceller l'eau.

Pour retenir le piston et l'empêcher de tomber dans la caisse, on visse au bas du cylindre NO, un fond ouvert à son centre, d'un trou d'environ six centimètres (2 pouces 3 lignes) de diamètre, pour ménager une issue à l'air lorsque le piston descend. On monte aussi à vis un cercle de cuivre, dans l'intérieur et sur le bord supérieur du cylindre NO, lorsque le piston P est placé. Ce cercle fait un rebord qui retient le piston, et qui

l'empêche, lorsqu'il s'élève, de venir frapper contre le bord des vaisseaux de cristal qui surmontent le cylindre.

R, S, T, sont trois vaisseaux de cristal, de forme et de capacité différentes, mais réduites vers le bas au même diamètre, par des viroles de cuivre qui y sont mastiquées. Le premier R est cylindrique, et de même diamètre que le piston P qui lui sert de base lorsqu'il est monté sur le cylindre NO. Le second S est extrêmement évasé par le haut. Le troisième est un tube de deux ou trois centimètres de diamètre, mais élargi vers le bas par une virole de cuivre V, qui le ramène aux mêmes dimensions que le précédent. Il est surmonté d'une espèce d'entonnoir X, destiné à recevoir l'eau qui excéderoit les bords de ce vaisseau dans l'opération.

Après ces préparatifs préliminaires, on établit sur la machine le vaisseau cylindrique R; on le remplit d'eau jusqu'en *g*. On suspend ensuite aux extrémités *h* et *i* des romaines, des poids *p*, *p*, qui soient suffisans pour enlever le piston P.

On substitue le vaisseau S au vaisseau R; on remplit ce vase jusqu'en *g*, et les mêmes poids *pp*, suffisent pour enlever le piston.

Enfin on substitue le vaisseau T au vaisseau S; on le remplit d'eau jusqu'en *g*, et les mêmes poids sont suffisans pour déterminer l'ascension du piston.

Le frottement que le piston éprouve lorsqu'il se meut dans le cylindre NO, étant le même dans les trois cas, nous devons juger de la pression exercée par l'eau sur la base commune à ces trois vaisseaux, par les poids qu'il faut suspendre aux extrémités des romaines pour enlever cette masse mobile. Ces poids sont les mêmes dans les trois cas, la pression est donc constamment la même, et conséquemment la pression qu'exercent les fluides sur une base donnée, est en raison de la hauteur perpendiculaire, quelle que soit leur quantité et la figure des vases qui les renferment. Il n'est donc pas étonnant qu'on fasse crever un tonneau déjà plein, en le chargeant de quelques kilogrammes d'eau employés dans un tuyau de 10 à 12 mètres de longueur.

Un fluide presse non seulement le fond, mais encore les côtés du vase qui le renferme.

Supposons que le vase soit cubique et placé sur un plan horizontal: dans cette supposition, le même nombre de molécules comprime le fond et le côté; d'où il résulte que la pression exercée sur le fond, est à la pression exercée sur le côté, comme la somme des distances perpendiculaires des molécules qui pressent la base au plan du niveau du fluide, est à la somme des distances perpendiculaires des molécules qui pressent le côté à ce même plan. Les distances perpendiculaires des molécules qui pressent le côté sont différentes, et suivent, à commencer par celle du niveau, le rapport des termes de la progression arithmétique 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, etc. La distance perpendiculaire au plan du niveau du fluide est évidemment la même pour toutes les molécules qui pressent le fond horizontal du vase cubique, et elle égale la distance de la dernière molécule qui presse le côté, à ce même plan: nous pouvons donc représenter les distances des molécules qui pressent le fond, par cette progression 6, 6,

6, 6, 6, 6, 6, etc., du même nombre de termes que la précédente, dont tous les termes sont égaux, et dont chacun est égal au plus grand terme de la première ; or la somme des termes de cette dernière progression est évidemment double de la somme des termes de la première. En un mot, la pression exercée sur le fond d'un vase cubique, peut être représentée par la surface d'un carré, tandis que la pression exercée sur le côté du même vase, sera exprimée par la surface d'un triangle de même base et de même hauteur ; d'où il résulte que *la pression exercée par un fluide sur le fond d'un vase cubique, est double de la pression qu'il exerce sur le côté.*

Exprimons par 1 la pression exercée par un fluide sur le fond d'un vase cubique ; celle qui est exercée sur chacun des côtés est $\frac{1}{2}$, et conséquemment la pression totale est 3. Si nous supposons le fluide converti en solide, il n'agit que sur le fond, à la manière des solides. Dans cet état, la pression qu'il exerce égale l'unité ; et conséquemment la pression totale qu'un fluide exerce lorsqu'il est renfermé dans un vase cubique, est à celle qu'il exerce, lorsqu'il est converti en solide, comme 3 sont à 1.

Il nous reste à déterminer la pression exercée par un fluide sur une surface inclinée. Il faut pour cela concevoir les menées de tous les points de la surface, des perpendiculaires au plan du niveau du fluide. En multipliant un des points de la surface inclinée par la somme de ces perpendiculaires, on aura la pression totale que le fluide exerce sur cette surface. Il est plus simple de multiplier la surface inclinée, par la distance de son centre de gravité au plan du niveau du fluide.

Veut-on, d'après ces principes, estimer la pression que soutient une digue ? Il faut multiplier sa surface par la distance perpendiculaire de son centre de gravité au plan du niveau du fluide. Si, par exemple, une digue a 10,55 mètres carrés (100 pieds carrés) de surface, et que la distance perpendiculaire de son centre de gravité au plan du niveau de l'eau, soit 3,9 mètres (12 pieds), la pression exercée sur la digue, égale le poids d'une colonne d'eau de 41,133 mètres cubes (1200 pieds cubes) ; et comme le poids d'un mètre cube d'eau est d'environ 1028,214 kilogrammes, il en résulte que la digue soutient un effort de 42293,32 kilogr. (86400 livres) ; pour résister à cette action, il faut que la digue ait une épaisseur de 1,446 mètres (4 pieds et demi).

On peut évaluer de la même manière la pression que soutiendroit un homme plongé dans l'eau à une certaine profondeur ; par exemple, à celle de 10,4 mètres (32 pieds). La surface d'un homme de moyenne stature est d'environ 1,583 mètres carrés (15 pieds carrés) ; et comme le poids d'un mètre cube d'eau est à peu près de 1028,214 kilogrammes, il en résulte qu'un homme plongé dans l'eau à la profondeur de 10,4 mètres (32 pieds), soutient une pression de 16017,53 kilogrammes (34560 liv.). Telle est la pression qu'exerce sur nous le fluide aériforme dans lequel nous sommes continuellement plongés ; car l'air est pesant et il exerce sur nous, en vertu de sa pesanteur, une pression équivalente à celle d'une colonne d'eau qui auroit la surface de notre corps pour base, et une hauteur

de 10,4 mètres (32 pieds). On parvient à déterminer la surface d'un homme de moyenne stature en le couvrant absolument dans toutes ses parties d'un tissu qu'on mesure en mètres ou en pieds carrés.

Dans les tubes, soit égaux, soit inégaux, soit droits, soit obliques, qui communiquent entr'eux, un fluide doit monter à la même hauteur, c'est-à-dire, qu'il ne peut être en repos, si toutes les surfaces supérieures ne sont dans un même plan parallèle à l'horizon.

Huitième expérience.

On met de l'eau dans le tube de verre B (*fig.* 65, *pl.* 7) qui est joint avec le tube de verre D par le moyen d'un tube CE qui a une situation horizontale. Après une agitation quelconque, l'eau n'est point en repos, à moins que les surfaces supérieures ne soient dans un même plan parallèle à l'horizon.

L'eau contenue dans le tube B agit sur celle qui est contenue dans le tube D, et réciproquement à la faveur du tube CE. Elle ne peut donc être en repos, à moins qu'il n'y ait égalité entre ces actions réciproques; ces actions sont comme les pressions; la base est ici commune, les pressions sont donc comme les hauteurs, et conséquemment l'eau ne peut être en repos, à moins qu'elle ne soit à la même hauteur dans les tubes, c'est-à-dire, à moins que les surfaces supérieures ne soient dans un même plan parallèle à l'horizon.

La connoissance de cette loi de la nature a fait naître l'importante découverte des tuyaux de conduite. Les anciens, qui n'en soupçonnoient pas même l'existence, s'épuisoient en frais et en fatigues lorsqu'il s'agissoit de conduire des eaux à une très-grande distance. De là ces superbes aqueducs qui ont coûté si cher aux Romains, pour faire passer l'eau d'une montagne à une autre. Les canaux souterrains y étoient aussi quelquefois employés; mais ce n'étoit que dans des circonstances où les eaux devoient être conduites dans des lieux moins élevés. Les physiciens modernes ont su mettre à profit la tendance qu'ont les fluides à s'élever à la même hauteur dans des tubes qui communiquent entr'eux. S'agit-il de porter l'eau dans des lieux fort élevés, on y construit un réservoir un peu moins élevé que l'endroit d'où l'eau qu'on veut y amener prend sa source; alors, à l'aide des tuyaux de conduite, qui descendent de la source et qui s'élèvent ensuite pour aboutir au réservoir, on parvient à amener l'eau au lieu de sa destination.

Tous les fluides ne pèsent pas également, c'est-à-dire qu'ils ne contiennent pas la même quantité de matière, sous le même volume: ainsi du mercure renfermé dans un espace déterminé, pèse quatorze fois plus que l'eau contenue dans le même espace. Cette différence de pesanteur des fluides n'altère en aucune manière les lois de pression que nous avons établies. Il importe cependant d'observer que si l'on compare les pressions exercées par des fluides de différente pesanteur spécifique sur des surfaces quelconques, il faut faire entrer la densité des fluides comme élément de la pression; car, toutes choses égales d'ailleurs, plus la densité d'un fluide est grande, plus il renferme de molécules de matière sous

le même volume, et conséquemment plus la pression qu'il exerce, en vertu de sa pesanteur, est considérable. Ainsi, si je compare la pression exercée par l'eau sur le fond d'un vase qui la renferme, avec la pression exercée par le mercure sur le fond d'un autre vase quelconque, je dirai que la première pression est à la seconde, comme le produit de la base du premier vaisseau par la densité et par la hauteur perpendiculaire de l'eau, est au produit de la base du second vaisseau, par la densité et par la hauteur perpendiculaire du mercure. Si les bases sont supposées égales, la pression exercée par l'eau est à la pression exercée par le mercure, comme le produit de la densité de l'eau par sa hauteur perpendiculaire, est au produit de la densité du mercure, par sa hauteur perpendiculaire; d'où il résulte que *les pressions exercées par deux fluides de différente densité sur une base donnée, ne peuvent être égales, à moins que leurs hauteurs perpendiculaires et leurs densités ne soient en raison réciproque.*

Dans les tubes qui communiquent entr'eux, deux fluides de différente densité ne peuvent être en repos, à moins que leurs densités ne soient en raison réciproque de leurs hauteurs. La base est ici commune : il ne peut donc y avoir égalité de pressions, et conséquemment repos, à moins que les densités des fluides ne soient en raison réciproque de leurs hauteurs.

Neuvième expérience.

On met dans l'un des deux tubes qui communiquent entr'eux une quantité donnée de mercure; il s'élève à la même hauteur dans les deux tubes. On verse alors de l'eau par-dessus jusqu'à ce que l'origine de la colonne de mercure qui descend par la pression de l'eau, réponde à la naissance du second tube. Après une agitation quelconque, le repos s'établit, et il est aisé de s'apercevoir, si les tubes sont gradués, que la hauteur de la colonne d'eau est à peu près quatorze fois plus grande que celle de la colonne de mercure.

CHAPITRE II.

De l'équilibre des corps flottans et des corps plongés.

La masse d'un corps est la quantité de matière qu'il renferme, sans avoir égard à son volume, c'est-à-dire à l'espace qu'il occupe, et la densité d'un corps est la quantité de matière qu'il contient, considérée par rapport à son volume. On appelle *corps homogène* celui qui a partout la même densité, et *corps hétérogène* celui dont toutes les parties ne jouissent pas de la même densité.

Le poids d'un corps considéré par rapport à son volume, se nomme *pesanteur spécifique*; d'où il suit que si on compare les pesanteurs spécifiques de deux corps ayant même volume, la pesanteur spécifique de l'un est à celle de l'autre comme le poids du premier est au poids du second.

Le poids d'un corps étant toujours proportionnel à la quantité de matière qu'il renferme, la pesanteur spécifique est toujours proportionnelle à la densité.

Des corps homogènes ayant même poids, ont des volumes d'autant plus petits, que les densités ou les pesanteurs spécifiques sont plus grandes, et

le poids restant le même, le volume diminue en même raison que la densité augmente ; d'où il résulte que le poids restant le même, les volumes sont en raison inverse des densités ou des pesanteurs spécifiques, et conséquemment que dans les corps homogènes, deux des trois rapports, des poids, des volumes et des densités étant donnés, il est facile de trouver le troisième.

Les poids sont en raison composée des volumes et des densités.

Les volumes sont en raison directe des poids et en raison inverse des densités.

Les densités ou pesanteurs spécifiques sont en raison directe des poids et en raison inverse des volumes.

Un solide plongé dans un fluide est pressé de toutes parts par le fluide, et cette pression croît en raison de la hauteur perpendiculaire du fluide au-dessus du solide. Cette vérité est une conséquence de ce que nous avons dit dans le chapitre précédent, et se confirme par l'expérience suivante.

Première expérience.

Attachez à l'extrémité d'un tube de verre BC (*fig.* 66, *pl.* 7) une vessie remplie d'eau colorée, et plongez cette vessie dans l'eau de manière qu'une partie du tube BC soit hors de l'eau. Par la pression de l'eau sur la surface de la vessie, l'eau colorée monte dans le tube à une hauteur proportionnelle à celle de l'eau au-dessus de la vessie.

Un solide plongé dans un fluide, perd une partie de son poids égale au poids du volume du fluide déplacé.

Un solide plongé dans un fluide, est pressé de toutes parts par le fluide ; mais la pression n'est pas la même sur toutes les parties du solide, puisque la hauteur du fluide est partout la mesure de cette pression, et que les parties d'un même solide ne sont pas à la même profondeur. Les pressions latérales sont égales, puisqu'elles sont produites par des colonnes de fluide d'égale hauteur ; de plus, leurs directions sont opposées : d'où il résulte qu'elles sont en équilibre, et conséquemment qu'elles ne peuvent point déterminer le solide à se mouvoir. Mais les parties du fluide qui pressent la surface inférieure du solide plongé, sont soumises à une plus grande hauteur, et exercent conséquemment une plus grande pression que celles qui reposent sur sa surface supérieure. De plus, la pression exercée sur la surface inférieure du solide, est dirigée de bas en haut, tandis que la pression exercée sur la surface supérieure, est dirigée de haut en bas : d'où il résulte qu'un solide plongé dans un fluide, est poussé de bas en haut par une force égale à la différence qui se trouve entre la pression exercée par le fluide sur la surface inférieure du solide, et celle qui est exercée sur la surface supérieure ; or, la différence de ces pressions égale le poids du volume du fluide déplacé. Car la pression exercée sur la surface inférieure du solide, égale le poids d'une colonne de fluide qui a pour base cette surface, et pour hauteur la distance perpendiculaire de cette surface au plan du niveau du fluide ; la pression exercée sur la surface supérieure du solide, égale le poids d'une colonne de fluide qui a pour base cette surface, et pour hauteur la dis-

tance perpendiculaire de cette surface au plan du niveau du fluide : or, la différence qui existe entre ces deux colonnes de fluide, est évidemment une colonne du même fluide qui auroit un volume égal à celui du solide plongé; et conséquemment un solide plongé dans un fluide, est poussé de bas en haut par une force égale au poids du volume du fluide déplacé. Il est d'ailleurs évident qu'un solide est toujours poussé de haut en bas par son propre poids : d'où il résulte qu'un solide plongé dans un fluide, perd une partie de son poids égale au poids du volume du fluide déplacé.

L'expérience s'exprime en faveur de cette vérité d'une manière décisive. On se sert pour cet objet d'une balance connue sous le nom de balance hydrostatique (*Voyez* BALANCE HYDROSTATIQUE).

Deuxième expérience.

Prenez deux cylindres de cuivre, dont l'un solide A (fig. 14, pl. 2) a un crochet au centre de sa base supérieure.

L'autre cylindre creux C, aussi de cuivre, a un crochet au centre de sa base inférieure, et une anse à la base opposée, afin qu'on puisse le suspendre. Sa surface intérieure est bien unie pour recevoir exactement le cylindre solide A, et afin que l'air ne s'oppose point à l'entrée et à la sortie de ce cylindre, on a percé dans l'épaisseur de sa base un trou qu'on bouche avec une vis, laquelle étant ôtée, l'air peut entrer et sortir librement. Suspendez au crochet d'un des bassins de la balance (fig. 14 pl. 2) le cylindre creux C par son anse, et joignez-y le cylindre A, en l'attachant avec un crin; mettez un poids X dans l'autre bassin, pour faire équilibre; alors approchant un vase de verre V, rempli d'eau, et faisant descendre la balance pour plonger le cylindre A, l'équilibre est détruit en faveur du poids X, parce que le cylindre A perd par son immersion une partie de son poids; et ce qui démontre que le poids perdu par le cylindre plongé, égale le poids du volume d'eau déplacé, c'est qu'on rétablit l'équilibre en remplissant d'eau le cylindre C, c'est à dire, en y versant la même quantité d'eau qui rempliroit l'espace occupé par le cylindre solide A.

Il suit de-là, 1°. qu'un corps perd dans l'air une partie de son poids égale au poids de l'air déplacé; et conséquemment, qu'il pèse moins dans l'air que dans le vide; la différence, quoique très peu sensible pour la plupart, n'est pas à négliger dans des expériences qui exigent une grande précision.

2°. Deux corps solides de même masse et de différent volume, doivent perdre inégalement de leurs poids par leur immersion dans le même fluide. Celui qui a plus de volume en perd davantage, parce qu'il déplace un plus grand volume de fluide.

Troisième expérience.

On suspend aux bassins de la balance hydrostatique deux boules de même masse, l'une de plomb et l'autre d'ivoire. L'équilibre s'établit; alors approchant deux vases de verre remplis d'eau, et faisant descendre la balance pour plonger les deux boules, l'équilibre est détruit en faveur de la boule de plomb, parce qu'ayant moins de volume que la boule d'ivoire,

elle perd moins de son poids par son immersion dans l'eau.

3°. *Un solide plongé dans des fluides de différente densité, perd différente partie de son poids.* Il déplace, il est vrai, le même volume de fluide; mais deux volumes égaux de fluides de différente densité pèsent inégalement.

Quatrième expérience.

Cette expérience se fait comme la précédente, mais avec deux boules d'ivoire de même diamètre. Si on les plonge toutes deux dans l'eau, l'équilibre subsiste; si on les plonge l'une dans l'eau et l'autre dans l'alcool, l'équilibre est détruit.

4°. *Un solide plongé dans un fluide spécifiquement plus léger, doit s'enfoncer jusqu'à ce qu'il arrive au fond.* Il est poussé de haut en bas par son propre poids; il est poussé de bas en haut par une force égale au poids du volume du fluide déplacé, et cette force est moindre que le poids du solide qui est supposé avoir plus de pesanteur spécifique que le fluide. D'où il résulte que le solide doit descendre avec une force égale à la différence entre son poids et celui d'un pareil volume de ce fluide.

5°. *Un solide plongé dans un fluide spécifiquement plus pesant, doit monter jusqu'à ce que la pesanteur spécifique du solide soit à la pesanteur spécifique du fluide, comme le volume du fluide déplacé est au volume du solide.* Ce solide est poussé de haut en bas par son propre poids, et repoussé de bas en haut par une force égale au poids du volume du fluide déplacé : il doit donc monter jusqu'à ce que son poids égale celui du volume du fluide déplacé, et conséquemment jusqu'à ce que sa pesanteur spécifique soit à la pesanteur spécifique du fluide, comme le volume du fluide déplacé est au volume du solide, puisque les poids sont en raison composée des volumes et des pesanteurs spécifiques.

Il suit de là *qu'un solide plongé dans un fluide spécifiquement plus pesant, doit flotter sur sa surface : pour qu'il y reste immobile, il faut que les centres de gravité de la partie plongée et de celle qui ne l'est pas, soient sur la même verticale.* Imaginons le corps flottant coupé en deux par la surface du fluide; il est aisé de voir que la partie plongée tendra à s'élever et l'autre à descendre, chacune avec une force égale; or, la partie plongée tend à s'élever par la verticale menée de son centre de gravité; et la partie extérieure tend à descendre par la verticale tirée aussi de son centre de gravité : d'où il résulte, qu'à moins que ces deux verticales ne se confondent, ou, ce qui est la même chose, à moins que les centres de gravité de la partie plongée et de celle qui ne l'est pas, ne soient sur la même verticale, ils n'y aura point d'obstacle à ces deux efforts, et le solide doit continuer à flotter sur la surface du fluide, jusqu'à ce qu'il ait pris cette situation. Alors les forces étant égales et directement opposées, elles se détruiront mutuellement, ce qui fera naître l'équilibre.

6°. *Un solide plongé dans un fluide de même pesanteur spécifique doit rester dans l'endroit où on l'a mis d'abord,* puisque le

poids absolu du solide qui tend à le faire descendre égale le poids du volume du fluide déplacé qui tend à le faire monter.

Il nous reste à déduire des principes établis l'explication de quelques phénomènes.

1°. On soutient avec la même facilité un solide plongé dans un fluide homogène à différentes profondeurs, et cependant à différentes profondeurs le solide est pressé par des colonnes de fluide qui ont différentes hauteurs. Le poids absolu du solide est toujours le même, à quelque profondeur qu'il soit plongé dans un fluide : de plus, il perd à toutes sortes de profondeurs une égale partie de son poids, puisqu'il déplace un égal volume de fluide, et que cet égal volume de fluide homogène pèse également à toutes sortes de profondeurs, d'où il résulte qu'on doit soutenir avec la même facilité un solide, à quelque profondeur qu'on le suppose plongé dans l'eau.

2°. Il est aisé d'expliquer pourquoi des bulles de verre et de petites figures d'émail montent et descendent de différentes manières dans une bouteille pleine d'eau lorsque l'on presse plus ou moins la vessie qui est liée au goulot de la bouteille, ou lorsqu'on produit par un changement de température quelque altération dans le volume de ces petits solides : ces petites bulles sont composées de trois matières différentes, savoir d'eau et de verre, qui est spécifiquement plus pesant que l'eau, et d'air, qui est plus léger. Lorsque le composé de ces trois substances est plus léger qu'un pareil volume d'eau, il surnage. S'il devient plus pesant qu'un pareil volume d'eau, il descendra jusqu'au fond de la bouteille. Cela posé, si l'on comprime la surface de l'eau dans laquelle on a mis ces bulles par le moyen d'un poids ou autrement, l'air renfermé dans les bulles se comprime, et occupe moins d'espace qu'il n'en occupoit auparavant. L'eau qui lui est contiguë entre par le col de la bulle, occupe la place que l'air vient d'abandonner ; et la bulle devenant par cette addition, spécifiquement plus pesante que l'eau, descend. Si on cesse de presser sur la surface de l'eau, l'air renfermé dans la bulle repousse par son élasticité l'eau qui avoit pénétré sa cavité, et la somme des substances qui composent la bulle devenant spécifiquement plus légère que l'eau, la bulle doit s'élever sur la surface du liquide.

3°. Il est plus aisé de nager lorsque le corps est entièrement plongé dans l'eau que lorsqu'il ne l'est qu'en partie, parce que, dans le premier cas, le corps déplace un plus grand volume d'eau, et qu'il perd conséquemment une plus grande partie de son poids. Les hommes qui ont beaucoup d'embonpoint nagent plus facilement, parce que la graisse augmente le volume du corps dans un plus grand rapport qu'elle augmente son poids. Un vaisseau, quoique composé de parties qui, isolées, ont plus de pesanteur spécifique que l'eau, flotte sur sa surface, parce que le vaisseau forme, avec l'air qu'il renferme, un tout spécifiquement plus léger que l'eau.

FLUIDE ÉLECTRIQUE. On a donné ce nom à la cause, quelle qu'elle soit, qui donne naissance aux phénomènes électriques. Si cette cause ne nous est pas encore connue, nous connoissons du moins les lois de son action ; elles reposent sur des expé-

riences ingénieuses et exactes qui sont dues au célèbre *Coulomb*. (*Voy.* le mot Attraction électrique et l'article Électricité.)

FLUIDE MAGNÉTIQUE. La cause, quelle qu'elle soit, qui produit les phénomènes magnétiques a reçu des physiciens le nom de *fluide magnétique*. Cette cause ne nous est pas plus connue que celle qui fait naître les phénomènes électriques; aussi le fluide magnétique et le fluide électrique n'ont-ils aux yeux du physicien qu'une existence hypothétique, qui néanmoins a l'avantage de servir en quelque sorte de support à ses idées et à ses conceptions.

FLUIDE LUMINEUX. C'est ce fluide infiniment subtil, dont le soleil et les étoiles sont tout à la fois la source et le foyer, qui se répand avec une incroyable activité dans l'immensité de l'espace pour animer et vivifier la nature, dont l'action bienfaisante se manifeste particulièrement sur les êtres organisés qui doivent à son influence les belles couleurs dont ils se parent, et dont l'absence nous rendroit tout à fait étrangers au spectacle des merveilles de l'univers.

Il n'en est pas du fluide lumineux comme du fluide électrique et du fluide magnétique. (*Voyez* les mots Fluide électrique et Fluide magnétique.) Son existence repose sur des preuves qui ne peuvent paroître équivoques. Chaque jour nous le voyons dans un grand nombre de phénomènes commander, pour ainsi dire, par sa présence, la séparation des principes qui entrent dans une combinaison; s'unir à un d'eux de préférence, et lui communiquer par son union des propriétés toutes nouvelles. Chaque jour nous le voyons s'offrir à nos regards, à l'approche du prisme, sous la forme d'un grand nombre de rayons isolés et teints chacun d'une couleur différente qui ne peut, par un moyen quelconque, souffrir la plus légère altération. Ces faits déposent hautement pour l'existence du fluide lumineux; mais ils ne nous éclairent pas sur sa nature. Il faudroit pour la connoître pouvoir soumettre ce fluide à l'analyse chimique, et il a résisté jusqu'ici à nos efforts pour le faire passer par cette épreuve. Nous devons donc nous borner, dans l'état actuel de nos connoissances, à étudier les propriétés du fluide lumineux, et à déterminer les lois de son action.

Le fluide lumineux se propage toujours en ligne droite, et cette propagation s'effectue avec une rapidité qui a fait naître sur sa nature différentes hypothèses que nous tâcherons d'apprécier article Propagation du fluide lumineux. (*Voyez* ce mot.)

Il existe entre le fluide lumineux et tous les corps de la nature une force d'attraction plus ou moins grande qui se manifeste d'une manière sensible dans les rayons du soleil lorsqu'ils passent à une petite distance des corps. Cette attraction est la même que celle qui anime les molécules élémentaires des corps. Elle est très-grande au contact, et elle s'évanouit entièrement à une distance sensible, par là même qu'elle est soumise, comme la gravitation, à la loi inverse du carré de la distance. (*Voy.* Attraction moléculaire.)

C'est cette attraction réciproque entre les corps et le fluide lumineux qui donne naissance à des phénomènes remarquables.

1°. Lorsque le fluide lumineux

tombe sur les corps, ceux-ci le réfléchissent en partie d'une manière d'autant plus régulière que leur surface est plus polie, et alors l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence. (*Voyez* Miroir.)

2°. Parmi les rayons qui ne sont pas réfléchis, les uns pénètrent les corps, et y souffrent des réflexions et des réfractions jusqu'à ce qu'enfin ils se combinent avec les molécules du corps même.

3°. Ceux qui échappent à la réflexion et à la combinaison ne se détournent point de leur route rectiligne; ils se fraient à travers les corps une route libre et facile.

4°. Lorsque le fluide lumineux passe obliquement d'un milieu dans un autre de différente densité, il se réfracte, et le sinus de réfraction est dans un rapport constant avec le sinus d'incidence. C'est à cette propriété que nous devons l'invention des lunettes, des microscopes, etc. (*Voy.* les mots Réfraction, Lentilles, Télescopes, etc.)

Si un rayon solaire est transmis à travers un prisme, et reçu ensuite sur une carte blanche, il se disperse, et forme une image oblongue teinte de différentes couleurs. Le fluide lumineux, tel qu'il nous vient du soleil, est donc composé d'une infinité de rayons, et chaque rayon élémentaire est doué d'une couleur qui, dans aucune circonstance, ne peut souffrir aucune atteinte.

Les couleurs des corps naturels changent, suivant que leur surface est disposée à réfléchir tel ou tel rayon élémentaire, suivant que nous considérons les corps par des rayons réfléchis, ou par des rayons transmis, enfin, suivant l'épaisseur et la densité des lames qui les composent. Ces assertions ne sont point le résultat chimérique d'une de ces hypothèses que l'imagination enfante. Elles reposent sur des expériences aussi ingénieuses que probantes, que *Newton* a faites le premier, et que nous décrivons telles que nous les faisons habituellement, à l'article Couleurs. (*Voyez* ce mot.)

Le fluide lumineux a sur la végétation une influence remarquable; les plantes qui sont privées du contact de ce fluide, sont fades, blanches, étiolées, tandis que celles qui sont exposées à son action, ont de la couleur, et une saveur plus ou moins considérable. Cela vient sans doute de ce que le fluide lumineux décompose l'eau, dont la présence est si nécessaire à la végétation, se combine avec l'oxigène qu'il fluidifie, tandis que l'hydrogène fournit aux plantes qui l'attirent, un de leurs principes constituans, dont elles reçoivent en grande partie la combustibilité et la saveur. Le carbone, autre principe élémentaire des plantes, leur est aussi offert par la décomposition de l'acide carbonique, opérée par l'influence du fluide lumineux qui, en s'emparant de l'oxigène, isole le carbone, et favorise ainsi la tendance qu'ont les végétaux à s'approprier cette substance combustible. Ces faits ne permettent pas de douter qu'il existe entre l'oxigène et le fluide lumineux, une attraction considérable; et c'est sans doute en vertu de cette force, que les rayons solaires font passer l'acide nitrique à l'état d'acide nitreux, et l'acide muriatique oxigéné, à l'état d'acide muriatique, en leur enlevant une partie de leur oxigène. (*Voyez* les mots Végétation, Acide nitrique, etc.)

FLUIDITÉ. Propriété en vertu de de laquelle les molécules d'un corps cèdent à la moindre pression, et se meuvent indépendamment les unes des autres.

La fluidité est une propriété accidentelle et variable dans les corps. Elle est due à la présence du calorique. (*Voyez* CALORIQUE.)

Il paroît que les molécules des fluides jouissent de la sphéricité; mais cette forme est aussi accidentelle aux molécules des fluides, que la fluidité qui lui donne naissance. Pour s'en convaincre, il suffit de considérer un fluide, l'eau par exemple, dans son passage de l'état de liquide à celui de solide; et l'on s'apercevra sans peine du changement qu'éprouve la forme des molecules. Elles étoient sphériques dans l'état de fluidité; la forme prismatique semble les caractériser dans l'état de solidité.

FLUX et REFLUX ou MARÉE. On a donné ce nom à des oscillations régulières et périodiques dont les eaux de la mer nous présentent le spectacle.

Dans les mers vastes et profondes, on remarque que l'Océan monte et descend alternativement deux fois par jour. Les eaux, pendant environ six heures, s'élèvent et s'étendent sur les rivages; c'est ce qu'on appelle le *flux*; elles restent quelques minutes dans cet état de repos; elles redescendent ensuite pendant six autres heures, ce qui forme le *reflux*; au bout de ces six heures, et après un repos d'une courte durée, elles remontent de nouveau, et ainsi de suite.

Pendant le flux, les eaux des fleuves s'enflent et remontent près de leur embouchure, ce qui vient évidemment de ce qu'elles sont refoulées par les eaux de la mer. Pendant le reflux, les eaux de ces mêmes fleuves recommencent à couler.

Dans tous les endroits où le mouvement des eaux n'est pas retardé par des détroits, des îles, ou par quelqu'autre obstacle, on observe dans le flux et reflux trois périodes : la période diurne, la période menstruelle, et la période annuelle.

La période diurne est de vingt-quatre heures quarante-neuf minutes, pendant lesquelles le flux arrive deux fois et le reflux deux fois; et cette durée de vingt-quatre heures quarante-neuf minutes est le temps qui s'écoule entre le passage de la lune par le méridien, et son retour à ce même méridien.

La période menstruelle consiste en ce que le flux et reflux, ou les marées sont plus grandes dans les syzygies que dans les quadratures; ou, pour parler plus exactement, les marées sont plus grandes dans chaque lunaison, quand la lune est environ à 18 degrés au-delà des syzygies, et les plus petites, quand elle est environ à 18 degrés au-delà des quadratures. (*Voyez* les mots SYZYGIES et QUADRATURE.)

La période annuelle consiste en ce qu'aux équinoxes, les marées sont les plus grandes vers les syzygies; et celles des quadratures sont moins grandes qu'aux autres lunaisons. Le contraire arrive dans les solstices.

Tels sont les principaux phénomènes : les anciens avoient soupçonné l'influence du soleil et de la lune sur leur production. (*Pline*, liv. 11, chap. 97.) *Galilée* les regarda comme une nouvelle preuve du double mouvement de la terre. *Descartes* les

attribuoit à un excès de pression qu'éprouvent et que font éprouver aux eaux de la mer les tourbillons situés entre la terre et la lune. *Kepler* conjectura que l'attraction des parties de la terre vers la lune et vers le soleil, étoit la cause du phénomène; mais ce n'étoit là qu'un soupçon, que la théorie de *Newton* va pleinement justifier.

Considérons d'abord la seule action de la lune sur la mer, et supposons cet astre dans le plan de l'équateur; il est évident que si la lune imprimoit des forces égales et parallèles au centre de gravité de la terre, et à toutes les molécules de la mer, le système entier du sphéroïde terrestre et des eaux qui le recouvrent, seroit animé d'un mouvement commun, et l'équilibre des eaux ne souffriroit aucune atteinte : cet équilibre n'est donc troublé que par la différence de ces forces, et par l'inégalité de leurs directions. La lune exerce sur les molécules de la mer qui sont en quadrature avec elle, une action oblique qui conséquemment se décompose : elle augmente ainsi leur pesanteur vers la terre, tandis qu'elle diminue la pesanteur des molécules qui lui répondent directement. Il faut donc, pour qu'il y ait équilibre dans toutes les molécules de la mer, que les eaux s'élèvent sous la lune, afin que l'excès de pesanteur des molécules en quadrature soit compensé par la plus grande hauteur des molécules placées au-dessous de la lune. Les molécules de la mer situées dans le point correspondant de l'hémisphère opposé, moins attirées par la lune que le centre de la terre, à cause de leur plus grande distance, se porteront moins vers cet astre que le centre de la terre. Celui-ci tendra donc à tout instant à s'écarter de ces molécules, qui seront dès-lors à une plus grande distance de ce centre, et qui seront encore soutenues à cette hauteur par l'augmentation de pesanteur des colonnes placées en quadrature, qui communiquent avec elles.

Il suit de là 1°. que par l'action de la lune, il se formera sur la terre deux promontoires d'eau, l'un du côté de la lune, l'autre du côté opposé; ce qui donnera à la mer la figure d'un sphéroïde allongé, dont le grand axe passera par les centres de la lune et de la terre; 2°. que la marée sera haute sous la lune, et basse à 90 degrés de distance de cet astre.

Le grand axe du sphéroïde formé par la lune suivroit exactement le mouvement de cet astre, et il n'y auroit dans chaque lieu que deux élévations des eaux par mois, si la terre n'avoit pas un mouvement de rotation. En vertu de ce mouvement, elle présente à la lune, dans l'espace de vingt-quatre heures, tous ses méridiens, qui sont conséquemment, tour-à-tour, et dans un intervalle de six heures, tantôt sous la lune, tantôt à une distance de 90 degrés de cet astre : d'où il résulte que, dans le temps qui s'écoule entre le départ de la lune d'un méridien, et son retour suivant au même méridien, c'est-à-dire, dans l'espace d'un jour lunaire, qui surpasse le jour solaire d'environ 50 minutes, les eaux de la mer s'élèveront deux fois, s'abaisseront deux fois dans tous les lieux de la terre.

La terre tournant sur son axe, et emportant avec elle, à l'orient de la lune, les molécules d'eau les plus élevées, elles continueront de s'élever encore par l'action de la lune; et quoi-

que cette action moins directe diminue à chaque instant, elle subsiste et contribue à leur élévation, qui conséquemment ne peut avoir atteint son maximum au moment même où la lune passe par le méridien, mais à peu près trois heures après ce passage. Une seconde cause tend à produire le même effet. Les eaux placées en quadrature à l'occident de la lune, et portées vers la conjonction avec cet astre, par le mouvement de rotation de la terre, seront continuellement accélérées dans ce quart de leur jour, se mouvront après la syzygie avec cette somme d'accélérations, et rencontrant alors des molécules continuellement plus retardées que la terre, il se formera deux courans contraires, qui placeront la plus grande élévation à 45 degrés après la syzygie. Pour des raisons semblables, la plus grande dépression des eaux n'arrivera pas à la quadrature, mais à 45 degrés de ce point, et trois heures après.

Considérons à présent l'action du soleil que nous supposons aussi dans le plan de l'équateur : il est évident qu'elle doit exciter dans l'océan une agitation semblable à celle qui résulte de l'action de la lune, de manière que les eaux s'élèvent deux fois, et s'abaissent deux fois chaque jour solaire. Mais à cause de l'immense distance du soleil, cette agitation est beaucoup plus petite que celle qui résulte de l'action de la lune, quoique elle soit soumise aux mêmes lois.

On confond les oscillations des eaux qui dépendent de l'action du soleil, avec celles qui ont pour cause l'action de la lune. L'action du soleil change seulement le flux et reflux lunaire de la mer, et cela arrive tous les jours, à cause de l'inégalité du jour solaire et du jour lunaire.

Dans les syzygies, l'action de la lune concourt avec celle du soleil pour élever les eaux. Dans les quadratures, les eaux de la mer sont abaissées par l'action du soleil, au point où elles sont élevées par l'action de la lune, et réciproquement : d'où il résulte que les plus grandes marées doivent arriver aux nouvelles et pleines lunes; les plus petites, au premier et au second quartier de la lune. Cependant la plus haute marée n'arrive pas et ne doit pas arriver précisément le jour de la nouvelle ou pleine lune : mais seulement deux ou trois jours après, parce que le mouvement acquis n'est pas subitement détruit; et ce mouvement augmente l'élévation des eaux, quoique l'action instantanée du soleil soit réellement diminuée.

Nous avons supposé jusqu'ici la lune et le soleil situés dans le plan de l'équateur : faisons varier à présent leurs déclinaisons, nous verrons varier dans un rapport inverse l'élévation des eaux que fait naître l'action combinée de ces astres. Concevons en effet la lune et le soleil placés aux pôles; alors l'axe du sphéroïde coïncide avec l'axe de la terre; toutes les sections parallèles à l'équateur sont perpendiculaires à l'axe du sphéroïde, et conséquemment circulaires; de sorte que l'eau, sous chaque cercle de latitude, a partout la même élévation qui, par le mouvement de la terre, ne change pas en certains lieux. Si le soleil et la lune s'éloignent du pôle, il est aisé de voir que l'élévation des eaux augmente de plus en plus jusqu'à ce qu'elle ait atteint son maximum, le sphéroïde ayant fait sa révolution autour d'une ligne perpendiculaire à son axe, supposant

l'axe du sphéroïde dans le plan de l'équateur. On voit par là pourquoi dans les syzygies, près des équinoxes, on observe les plus grandes marées.

Le soleil et la lune étant dans l'équateur ou près de l'équateur, ces astres exercent sur les eaux de la mer une action d'autant plus grande, que leur distance à la terre est plus petite: c'est pourquoi le soleil étant moins éloigné de la terre, lorsqu'il parcourt les signes méridionaux, on observe souvent deux grandes marées équinoxiales dans cette position du soleil, c'est-à-dire, avant l'équinoxe du printemps et après l'équinoxe d'automne. Cela n'arrive pourtant pas tous les ans; parce qu'il peut y avoir quelque variation produite par la situation de l'orbite de la lune et par la distance de la syzygie à l'équinoxe.

Ces lois du flux et reflux seroient parfaitement d'accord avec les phénomènes, si les eaux de la mer recouvroient toute la surface de la terre. Cela n'est pas, et il en résulte des anomalies, non en pleine mer, parce que l'Océan a assez d'étendue pour éprouver les oscillations dont nous avons parlé; mais la situation des rivages, les détroits, et beaucoup d'autres circonstances qui dépendent de la position particulière des lieux, doivent nécessairement modifier les lois générales que nous venons d'exposer, et dont des observations aussi exactes que nombreuses ne nous permettent pas de révoquer en doute l'existence.

FONTAINE. Eau vive qui sort de terre pour se rendre dans un réservoir destiné à la recevoir, ou qui coule par des canaux qui deviennent l'origine des rivières et des fleuves.

Ici se présente l'intéressante question de savoir qu'elle est la cause et l'origine des fontaines.

Pour la résoudre, il importe de remarquer que les fleuves et les rivières coulant sans cesse vers la mer, déposent leurs eaux dans son sein depuis un grand nombre de siècles sans avoir ajouté à son volume: il faut donc que la mer fournisse aux fontaines cette quantité d'eau qui lui rentre; et qu'en vertu de cette communication non interrompue, les fleuves puissent couler sans cesse, et transporter une grande masse d'eau, sans trop remplir l'immense réservoir qui la reçoit.

Mais quel est le méchanisme que la nature emploie pour reporter l'immense quantité d'eau que les fleuves charrient, dans les réservoirs de leurs sources? Comment, dans leur retour, ces eaux perdent-elles leur salure? C'est sur ce point important que les physiciens n'ont pas toujours été d'accord.

Les uns pensoient avec *Descartes* que la terre est remplie de grandes cavités et de canaux souterrains, par lesquels les eaux de la mer parviennent dans des cavernes creusées des mains de la nature sous les bases des montagnes. La chaleur qui règne dans ces souterrains, réduit ces eaux à l'état de vapeurs qui déposant le sel, s'élèvent jusqu'aux parois supérieures des cavernes, s'y condensent, se filtrent à travers les couches de terres entr'ouvertes, coulent sur les premiers lits qu'elles rencontrent, jusqu'à ce qu'elles puissent se montrer en dehors par des ouvertures favorables à un écoulement, ou qu'après avoir formé un amas, elles se creusent un passage et produisent une fontaine.

Lahire mécontent de ces espèces

il'alambics inutilement imaginés par *Descartes*, se borne à dire, qu'il suffisoit que l'eau de la mer parvînt par des conduits souterrains, dans de grands réservoirs placés, sous les continens, au niveau de la mer, d'où la chaleur centrale pût l'élever dans de petits canaux multipliés, qui vont aboutir aux couches de la surface de la terre, où les vapeurs se condensent en partie par le froid, en partie par des sels qui les fixent.

Quelques-uns enfin, croyoient que la même force qui soutient les liquides au-dessus de leur niveau dans les tubes capillaires, peut favoriser l'élévation de l'eau marine dépouillée de son sel. Ceux-ci mettoient en jeu, comme cause supplémentaire, d'un côté l'action du flux et du reflux, en supposant que son impulsion étoit capable de faire monter à une très-grande hauteur, malgré les lois de l'équilibre, les eaux qui circulent dans les canaux souterrains; et de l'autre, le ressort de l'air dilaté par la chaleur souterraine, qui soulève les molécules du fluide parmi lesquelles il est interposé.

Sans nous occuper plus long-temps de ces différentes explications qui n'ont aucune base solide, bornons-nous à celle que la saine physique nous offre du phénomène qui nous occupe.

L'air exerce sur l'eau une force dissolvante qui détermine son passage de la surface de la terre dans le sein de l'atmosphère, et l'abandon des substances salines qu'elle tient en dissolution. (*Voy.* les mots Air et Evaporation.) Mais la faculté dissolvante de l'air se compose de deux élémens: savoir, la pression et la température qui éprouvent de grandes et fréquentes variations, et qui conséquemment rendent l'air tantôt plus, tantôt moins avide d'eau, ensorte qu'il l'enlève ou la laisse précipiter suivant les circonstances: de là les pluies, les rosées, les brouillards, etc., qui alimentent les fontaines en leur rendant l'eau qu'elles donnent à la mer par l'intermédiaire des rivières et des fleuves. Ainsi dans cette hypothèse, l'atmosphère est le canal de communication que la nature a établi entre la mer et les fontaines. Pour rendre cette explication plausible, il importe de prouver, 1°. que les vapeurs qui s'élèvent dans l'atmosphère et qui se résolvent en pluies, sont suffisantes pour fournir à l'eau la superficie des continents et le lit des fleuves; 2°. que l'eau pluviale peut pénétrer les premières couches de la terre, s'y rassembler, et former des réservoirs assez abondans pour alimenter les *fontaines*.

Mariotte a comparé, dans son traité du mouvement des eaux, la quantité d'eau qui tombe à Paris et aux environs, pendant le cours d'une année moyenne, avec celle qui passe dans le même temps sous le Pont Royal; et il résulte de ses observations combinées avec un calcul fait avec exactitude, que ce qui tombe d'eau surpasse tellement la quantité suffisante pour entretenir le cours des rivières et pour remplir les étangs, qu'il faut supposer que le reste soit employé à alimenter la végétation, et aux autres dépenses particulières.

Quant à la pénétration de l'eau pluviale dans les premières couches de la terre, elle est fondée sur des faits qui ne peuvent paroître équivoques.

1°. Les pluies augmentent assez rapidement le produit des sources; leurs eaux grossissent et se troublent; et leur cours se soutient dans une certaine abondance après les pluies. Ainsi il faut avouer que l'eau trouve des issues

assez favorables pour qu'elle parvienne à une profondeur égale à celle des réservoirs de ces sources.

2°. Plusieurs fontaines coulent en mai et tarissent en septembre au pied des montagnes couvertes de neige. Certains amas de neige se fondent pendant les ardeurs de l'été, lorque la chaleur solaire les pénètre; et on remarque alors sur les croupes, des écoulemens abondans dans certaines sources pendant quelques heures du jour, et même à plusieurs reprises, si le soleil ne donne sur ces neiges, qu'à quelques heures différentes de la journée; le reste du temps, ces neiges étant à l'ombre des pointes de rochers qui interceptent la chaleur du soleil, elles ne fondent point: ces alternatives prouvent une pénétration prompte et facile.

3°. Des puits très-profonds tarissent ou diminuent par la sécheresse: les eaux de pluie pénètrent donc les terres assez profondément pour les abreuver; et il ne paroît pas que les fontaines qui tarissent ou qui sont sensibles à la sécheresse et aux pluies, aient un réservoir moins profond ou un cours moins abondant que celles qui coulent continuellement sans éprouver la moindre altération.

FONTAINES ARDENTES. On a donné ce nom à des fontaines d'où jaillissent pendant l'été des flammes continuelles qui s'élèvent à une assez grande hauteur.

Il existe une de ces fontaines sur les collines de St. Colombat. Le département de l'Isère nous en offre une semblable dans la paroisse de St. Barthélemi. Elle laisse apercevoir sur sa surface, pendant les ardeurs de l'été, une flamme de 7 pieds (environ 2 mètres) de hauteur. Il est souvent arrivé que des voyageurs, à son aspect, ont cru voir un village en combustion.

Les eaux qui alimentent ces sortes de fontaines, tiennent très-probablement en dissolution une grande quantité de gaz hydrogène phosphoré. Ce gaz tend sans cesse à reprendre son état élastique; et si la chaleur favorise cette espèce de transformation, il s'élève par sa légèreté spécifique sur la surface de l'eau. Le phosphore s'enflamme par son contact avec l'air, et communique son inflammation au gaz hydrogène qui brûle en répandant une flamme dont la vivacité et la durée dépendent de la quantité du gaz hydrogène phosphoré qui se dégage.

FONTAINE DE COMPRESSION. Cette fontaine est décrite au mot Air, 1re. section, art. 2, qui traite de l'élasticité de ce fluide.

FONTAINE DE HÉRON. (*Voy.* le mot Air, 1re. section, art. 2, pag. 39.)

FONTAINES INTERMITTENTES. Ce sont celles dont l'écoulement cesse et reparoît à différentes reprises en un certain temps. Ces fontaines étoient connues des anciens. (*Voyez* Pline, liv. 11, chap. 103.)

Pour expliquer le méchanisme de ces sortes de fontaines, nous supposerons des réservoirs et des siphons dans les entrailles de la terre. Ces suppositions sont fondées sur l'inspection attentive de l'organisation que le globe présente en plusieurs endroits à sa surface.

1°. On trouve sur différens points du globe des cavernes, dont les unes donnent passage aux eaux qui y abordent de toutes parts, tandis que d'autres les rassemblent et ne les versent qu'après avoir été remplies. Les coupes

de ces cavernes qui s'offrent à découvert aux regards des observateurs dans les pays montueux, autorisent à en placer au sein des collines où se trouvent les fontaines intermittentes.

2°. Dans les premières couches de la terre, on observe des courbures très-propres à donner aux couches qui contiennent les eaux pluviales, la forme d'un siphon; et d'ailleurs certaines lames de terre étant facilement emportées par des filtrations réitérées, les parois des couches supérieures et inférieures formeront une cavité ou un tuyau de conduite qui voiturera l'eau comme les branches d'un siphon cylindrique. Ainsi le siphon sera un assemblage de petits conduits recourbés, pratiqués entre les couches de glaise, ou bien entre des rochers fendus et entr'ouverts, suivant une infinité de dispositions.

Si nous concevons à présent que les siphons se rencontrent précisément dans un endroit rempli de cavernes propres à faire l'office de réservoir, nous verrons résulter de la combinaison des siphons, des réservoirs et des canaux d'entretien, des variations infinies dans l'écoulement des fontaines; dont la plus singulière, celle que la nature nous offre le plus souvent, est celle qui nous occupe.

Pour qu'une fontaine soit intermittente, il est nécessaire que le siphon entraine plus d'eau que le canal d'entretien n'en fournit au réservoir. Car si le canal d'entretien fournit au réservoir autant d'eau que le siphon en peut vider, l'écoulement du siphon sera continuel, parce que l'eau se soutiendra dans le réservoir toujours à la même hauteur, et la fontaine aura un cours uniforme.

De ce principe et de la supposition du méchanisme précédent, on peut tirer plusieurs conséquences propres à guider dans l'appréciation des différentes variétés des fontaines intermittentes.

1°. Le temps de l'intermission ou de l'intervalle de deux écoulemens est toujours égal à celui qu'emploie le canal d'entretien à remplir le réservoir depuis l'orifice de la petite jambe du siphon jusqu'à sa courbure.

2°. L'écoulement est composé de la quantité d'eau contenue dans le réservoir, qui s'y étoit amassée pendant l'intermission, et de celle que produit le canal d'entretien pendant tout le temps que le siphon joue.

3°. Ainsi, connoissant le temps précis de l'écoulement et de l'intermission, on en tirera le rapport du produit du canal intérieur à la dépense du siphon. On voit, en effet, que l'eau étant supposée couler avec une égale vitesse par le canal d'entretien et par le siphon, le calibre du siphon est à celui du canal d'entretien, comme le temps de la période entière est à celui de l'écoulement; car le siphon vide pendant le seul temps de l'écoulement, l'eau que le canal d'entretien fournit pendant l'intermission et l'écoulement; et il est visible que les calibres des deux canaux, par lesquels l'eau coule avec la même vitesse, et qui versent la même quantité d'eau en temps inégaux, sont entr'eux dans le rapport inverse des temps.

4°. Le temps de l'écoulement et celui de l'intermission formant la période, la connoissance de la période et de l'écoulement donnera l'intermission; et de même la détermination de la période et de l'intermission décide la durée de l'écoulement.

Digitized by Google

5°. Si le canal d'entretien augmente son produit, après des pluies abondantes ou pendant la fonte des neiges, il est clair que l'intermission sera plus courte et l'écoulement plus long, que pendant la sécheresse, où les couches de terre fouruissent moins d'eau au canal d'entretien ; car le siphon emploiera plus de temps pour vider la quantité d'eau qui coule en plus grande abondance dans le réservoir pendant le temps qu'il l'épuiseroit, si aucun canal ne s'y déchargeoit.

A mesure que l'eau deviendra plus abondante daos le canal d'entretien, l'intermission diminnera toujours, et l'écoulement augmentera jusqu'à ce que le prodnit du canal, égalant la dépense du siphon, l'intermission disparoîtra, et la fontaine aura un eonrs uniforme.

Mais si la sécheresse vient à diminuer la quantité d'eau fournie par le canal d'entretien, la fontaine éprouvera des intermittences très-courtes et des écoulemens fort longs d'abord; et à mesure que l'eau diminuera dans le canal intérieur, l'intermission augmentera, et l'écoulement diminuera dans la même proportion.

D'où l'on voit que lorsqu'une fontaine commeuce à être intermittente par la sécheresse, ou qu'elle cesse de l'etre par le retour des pluies, elle doit éprouver des intermissions très-courtes et des écoulemens fort loogs.

6°. Le rapport de l'intermission à l'écoulement est difficile à fixer; il est clair qu'il ne peut être constant, et qu'il n'est point facile de fixer la période d'une fontaine, puisqu'elle peut éprouver des variations par la sécheresse ou par les pluies. Ce sont sans doute ces variations qui ont fait naître ces différences qu'on remarque dans les descriptions que divers auteurs nnt données de la même fontaine.

Il existe quelques fontaines dont l'écoulement, sans cesser entièrement, éprouve des retours d'augmentation et de diminution, qui se succèdent après un temps plus ou moins considérable. On les appelle *fontaines intercalaires*; et il est visible que leur mécanisme s'explique comme celui des fontaines intermittentes.

FORCE. On a donné ce nom à la cause qui fait qu'un corps mis en mouvement est transporté d'un lieu dans un autre. Ce transport est un effet réel; il doit avoir une cause réelle. Sa nature nous est et nous sera toujours inconnue. Bornons-nous à connoître ses effets, et à déterminer les lois de son action.

Dans le mouvement uniforme, la force est proportionnelle à la vitesse. Si, donnée même masse, les vitesses de deux corps sont dans le rapport de 1 à 2, les espaces parcourus dans le même temps, et conséquemment les forces qui les font parcourir, sont dans le même rapport; d'où résulte la proportionnalité de la force à la vitesse.

Si, donnée même vitesse, les masses de deux corps sont dans le rapport de 1 à 10, les forces qui les animent suivent le même rapport. Un corps comme 10 avec une vitesse comme 1, a dix fois plus de parties à transporter avec la même vitesse qu'un corps comme 1 avec une vitesse comme 1; d'où résulte la proportionnalité de la force à la masse, lorsque les vitesses sont égales; et consé-

quemment la force se compose de deux élémens, la masse et la vitesse combinées ensemble, en supposant que ces quantités hétérogènes soient ramenées à l'homogénéité par leur réduction à des nombres abstraits. (*Voyez* les mots Masse, Espace, Vitesse, Mouvement uniforme.)

Si les forces de deux corps sont égales, les produits des masses par les vitesses sont égaux; et conséquemment, les masses sont en raison inverses des vitesses.

Si les masses et les vitesses de deux corps sont en raison réciproque, les produits des masses par les vitesses sont égaux: ce qui annonce égalité de forces.

Il est visible que cette estimation de la force qui anime un corps est fondée sur la proportionnalité de l'espace à la vitesse, et cette proportionnalité n'existe que dans le mouvement uniforme.

FORCE ACCÉLÉRATRICE. C'est ainsi qu'on nomme une puissance quelconque qui, par des impulsions réitérées, augmente la vitesse d'un corps. Telle est, par exemple, la pesanteur qui augmente la vitesse des corps qui se meuvent dans le sens de sa direction. (*Voyez* Pesanteur.) Telle est aussi la poudre qui, s'enflammant dans une fusée, lui donne à chaque instant une nouvelle impulsion qui augmente sa vitesse.

FORCE D'AGGRÉGATION. On a donné ce nom à la force qui tient unies et pour ainsi dire enchaînées les molécules intégrantes dont un corps quelconque se compose.

FORCE ATTRACTIVE. Force en vertu de laquelle tous les corps de la nature tendent à s'approcher les uns des autres, et s'approcheroient réellement si aucun obstacle ne résistoit à leur tendance. (*Voy.* Attraction.)

FORCE CENTRALE. Force qui sollicite un corps à se mouvoir continuellement vers un point fixe.

Si un corps est animé par une force uniforme et constante qui se nomme *force projectile* (*Voyez* ce mot), et qu'il soit continuellement poussé ou attiré vers le même centre par une force *centrale*, il décrit une courbe; et dans tous les points, il fait effort pour s'écarter de cette courbe, suivant la direction de la courbure, c'est-à-dire, de la tangente à la courbe.

1°. Soit un corps animé par la force projectile AB, (*fig.* 67, *pl.* 8) et sollicité continuellement par une force dirigée vers le centre C, il ne peut suivre la direction d'aucune de ces forces; il doit se mouvoir le long de AF diagonale du parallélogramme construit sur leurs directions; et s'il ne recevoit aucune autre impulsion, il continueroit son mouvement suivant la même direction. Mais par la supposition, la force centrale ne cesse d'agir: donc après avoir parcouru AE partie infiniment petite de la diagonale AF, le corps reçoit une nouvelle impulsion suivant la direction EC; donc il doit se mouvoir le long de EG, jusqu'à ce que la force centrale renouvelle son action; et comme cette force donne une nouvelle impulsion à chaque instant infiniment petit, il en résulte que le corps est forcé de décrire une suite de diagonales infiniment petites AE, ED, DI, etc. inclinées les unes aux autres, et qui sont conséquemment les élémens d'une courbe.

2°. Si la force centrale cessoit d'agir, le corps continueroit son mouve-

ment en ligne droite le long de la tangente, parce que le mouvement d'un corps est naturellement rectiligne. (*Voyez* le mot INERTIE.) D'où il résulte que si le corps décrit une courbe, il fait à chaque instant effort pour s'échapper par la tangente. Cet effort est connu sous le nom de *force centrifuge*.

Première expérience.

On imprime un mouvement circulaire à un portant qui a au milieu de sa longueur un réservoir rempli d'eau, et aux parties latérales duquel on a mastiqué deux tuyaux de verre inclinés à l'horizon, et renflés vers les extrémités. L'expérience fait voir que l'eau contenue dans le réservoir mu circulairement, fait des efforts violens pour se mouvoir le long de la tangente, et que ses molécules ne pouvant vaincre l'obstacle qui s'y oppose, s'élancent avec impétuosité du réservoir, par les tuyaux, jusques dans les deux globes qui les terminent.

La nature nous offre des preuves fréquentes de la vérité qui nous occupe.

1°. Si l'on fait circuler une pierre dans une fronde, la pierre se meut en vertu d'une double impulsion. Elle est animée en même temps par la force centrale qui l'attire vers la main qu'on peut regarder comme le centre du cercle décrit. De plus, la pierre fait continuellement effort pour se mouvoir le long de la tangente; car du moment qu'on lâche la fronde, la pierre s'échappe par la tangente de la courbe qu'elle décrivoit auparavant.

2°. Les roues des voitures roulant sur un terrain boueux, entraînent, dans leur mouvement rapide, des matières étrangères, dont l'adhérence à la roue est beaucoup moindre que la force centrifuge qui les anime : aussi cèdent-elles promptement à l'impulsion de cette force qui les sollicite à s'échapper par la tangente.

3°. Les soleils qu'on fait paroître dans les feux d'artifice, deviennent plus grands et plus beaux par leur mouvement de rotation. La poudre enflammée se répand de toutes parts par une infinité de tangentes, et forme un plan beaucoup plus étendu qu'il ne pourroit être, si elle brûloit sans circuler.

4°. La force centrifuge qui anime les corps mus circulairement, a été employée avec avantage à la construction de plusieurs pompes, des soufflets de forge, des cribles imaginés pour nettoyer le blé. Le ventilateur de *Désaguilliers*, destiné à renouveler l'air de la chambre d'un malade, est encore une application ingénieuse et utile de la force centrifuge.

Quelque courbe qu'un mobile décrive, les aires décrites par son rayon vecteur, c'est-à-dire, par la ligne menée du centre au point de la courbe où se trouve le corps, sont proportionnelles aux temps; réciproquement, si les aires tracées par le rayon vecteur, autour d'un point fixe, croissent comme les temps, la force qui sollicite le corps est constamment dirigée vers ce point.

1°. Qu'un mobile reçoive une impulsion suivant la direction A x (*fig.* 68, *pl.* 8) et qu'il parcoure d'abord AB; dans le moment suivant, la force centrale dirigée vers le point S, lui fait parcourir B c dans le même temps qu'il auroit parcouru BC = AB : le

rayon vecteur AS décrira donc au premier instant ASB, et dans un temps égal à ce premier, il décrira l'aire BS*c*. Or, le triangle ASB est égal en surface au triangle BS*c*; car le triangle ASB est égal en surface au triangle BCS, puisque ces deux triangles ont des bases égales AB, BC, et une hauteur commune AS; mais le triangle BCS est égal en surface au triangle B*c*S à cause de la base commune BS et de C*c* parallèle à BS : donc le triangle ASB est égal en surface au triangle B*c*S, et conséquemment les aires décrites par le rayon vecteur d'un corps qui décrit une courbe sont égales en temps égaux.

De ce que les aires décrites par le rayon vecteur d'un corps mu dans une courbe sont égales en temps égaux, il suit évidemment qu'elles sont doubles dans des temps doubles, triples dans des temps triples, etc., et conséquemment qu'en général les aires décrites par le rayon vecteur d'un corps mu dans une courbe sont proportionnelles aux temps.

2°. Si les aires tracées par le rayon vecteur, autour d'un point fixe, croissent comme les temps, la force qui sollicite le corps est constamment dirigée vers ce point; car le triangle BS*c* n'est égal en surface au triangle ABS que parce que C*c* est parallèle au rayon BS; de plus, d'après les lois du mouvement composé, C*c* doit être parallèle à la direction de la force qui agissant en B, sollicite le corps à décrire la diagonale B*c*. Cette force doit donc être dirigée selon le rayon BS, et conséquemment si les aires tracées par le rayon vecteur autour d'un point fixe croissent comme les temps, la force qui sollicite le corps est constamment dirigée vers ce point.

Si un corps est mu circulairement, sa force centrale, de même que sa force centrifuge, égale le carré de l'arc décrit divisé par le diamètre du cercle.

Soit le corps A (*fig.* 69, *pl.* 8) qui se meut dans un cercle et qui décrit l'arc infiniment petit AB. AE est le diamètre du cercle, et en menant de l'extrémité E de ce diamètre, la ligne EBD, elle peut être regardée comme parallèle à EA. AD est la tangente de l'arc AB, et IB en est le sinus. Cela posé, la force centrale du corps A est mesurée par le sinus vers AI de l'arc décrit, puisque ce sinus marque de combien le corps a été précipité au-dessous de la tangente AD. La force centrifuge est exprimée par BD, puisque cette ligne exprime de combien le corps s'écarteroit de la courbe, s'il obéissoit à l'impulsion de la force projectile AD; or BD égale AI, puisque AE peut être regardé comme parallèle à DE, et que AD est parallèle à IB : de plus, le sinus verse AI de l'arc AB égale le carré de cet arc divisé par le diamètre : donc la force centrale et conséquemment la force centrifuge d'un corps mu circulairement, égale le carré de l'arc décrit divisé par le diamètre du cercle.

Il suit de là que la force centrifuge d'un corps mu circulairement, est toujours égale à sa force centrale; d'ailleurs ces deux forces sont directement opposées; elles se détruisent donc à chaque instant. Cette destruction de forces n'engendre pourtant pas le repos, parce que la force accélératrice donne à chaque instant une nouvelle impulsion, et que la force centrale qui en résulte se combine avec la force projectile qui est constante pour faire renaître la force centrifuge.

Ce que nous venons de dire suffit pour empêcher de confondre la force centrifuge avec la force projectile. Celle-ci n'est ni égale, ni opposée à la force centrale, tandis qu'il y a toujours opposition entre la force centrale et la force centrifuge, qui sont de plus toujours égales lorsqu'un corps se meut dans un cercle.

Jusqu'ici nous avons considéré d'une manière générale les forces des corps qui se meuvent dans des courbes. Il importe de les apprécier avec plus d'exactitude, en établissant entr'elles une comparaison qui nous dévoilera des vérités intéressantes.

Les vitesses des corps qui circulent, leurs masses et leurs distances au centre de mouvement, sont les seuls élémens qui entrent dans l'estimation des forces dont ces corps sont animés, et qui puissent conséquemment faire naître entr'elles une différence sensible. En comparant ces forces, ces trois causes de différence fixeront exclusivement notre attention.

Nous appelons *temps périodique* celui que le mobile emploie pour faire, dans sa courbe, une révolution entière autour du centre.

Le temps périodique dépend évidemment de la vitesse du mobile, et il est à l'égard de deux corps qui se meuvent avec différentes vitesses dans la même courbe, en raison inverse des vitesses.

Si les temps périodiques sont égaux de même que les distances du centre, les forces centrifuges sont proportionnelles aux masses.

Supposons que les deux corps A et P (*fig.* 70, *pl.* 8) aient le même temps périodique et qu'ils soient également éloignés du centre, mais que P ait une masse quadruple de celle de A, nous pouvons alors concevoir P divisé en quatre parties égales, dont chacune étant égale à A, aura aussi la même force; d'où il résulte que le corps P aura une force quadruple de celle de A.

Deuxième expérience.

Faites mouvoir circulairement un portant, au centre duquel aboutissent plusieurs tuyaux inclinés à l'horizon. Renfermez dans ces tuyaux des fluides dont les volumes égaux pèsent inégalement. L'expérience fait voir que le fluide le plus pesant s'éloigne davantage du centre et monte dans le tuyau à une plus grande hauteur que le fluide plus léger. Si on renferme dans ces tuyaux des solides avec des fluides, les solides plus légers que les fluides se rapprochent du centre, tandis que les solides plus pesans que les fluides, s'éloignent du centre. Ces effets dépendent de ce que les corps qui ont plus de masse sous le même volume, sont animés en circulant d'une plus grande force centrifuge.

Si les masses de deux corps sont égales, de même que les temps périodiques, leurs forces centrifuges sont comme les distances du centre.

Soient les deux corps égaux en masse A et B (*fig.* 71, *pl.* 8), qui se meuvent autour du centre C. La distance du corps A est AC, et celle de B est BC. Puisque les temps périodiques sont supposés égaux, les deux corps partant en même temps de A et de B se trouveront dans le même instant, l'un en F, l'autre en I; et si l'on mène les deux tangentes de ces arcs AD et BH, les forces centrifuges seront représentées par DF et HI; or,

HI : DF :: BC : AC. Car CH : BC :: CD : AC : donc CH — BC : BC :: CD — AC : AC ou CH — BC : CD — AC :: BC : AC, ou HI : DF :: BC : AC.

Il suit de là que, sur les divers parallèles terrestres, la force centrifuge due au mouvement de rotation de la terre est proportionnelle aux rayons de ces parallèles, et conséquemment que de tous les corps placés sur la surface du globe terrestre, ceux qui sont à l'équateur ont la plus grande force centrifuge.

Si deux corps ayant même masse sont à la même distance du centre avec des vitesses inégales, leurs forces centrifuges sont en raison inverse des carrés des temps périodiques.

Car la force centrifuge d'un corps qui se meut dans un cercle, égale le carré de l'arc décrit divisé par le diamètre du cercle; mais par la supposition deux corps égaux en masse se meuvent à la même distance du centre : donc les diamètres des cercles qu'ils décrivent sont égaux. Leurs forces centrifuges sont donc comme les carrés des arcs décrits. Les arcs représentent les vitesses; d'où il résulte que les forces centrifuges de ces corps, sont comme les carrés des vitesses; et comme les vitesses sont en raison inverse des temps périodiques, les forces centrifuges de deux corps ayant même masse et placés à la même distance du centre, sont en raison inverse des carrés des temps périodiques.

Si rien n'est supposé égal, les forces centrifuges sont en raison composée des masses, des distances du centre et de l'inverse des carrés des temps périodiques. Nommant la force centrifuge d'un corps F, sa masse M, sa distance au centre D, le temps périodique T; la force centrifuge d'un autre corps f, sa masse m, sa distance au centre d, le temps périodique t, nous aurons $F : f :: \frac{MD}{T^2} : \frac{md}{t^2}$.

Si les carrés des temps périodiques sont proportionnels aux cubes des distances, les forces sont en raison inverse des carrés des distances.

Car, par la supposition, les carrés des temps périodiques sont proportionnels aux cubes des distances; donc substituant D^3 à la place de T^2, et d^3 à la place de t^2 dans la proportion précédente, nous aurons $F : f :: \frac{MD}{D^3} : \frac{md}{d^3} :: \frac{M}{D^2} : \frac{m}{d^2}$.

C'est à *Huyghens* que nous devons de connoître ces vérités importantes, qui, combinées avec les lois de *Kepler*, ont conduit *Newton* à dévoiler les mouvemens des corps célestes et à démontrer la loi de la gravitation.

FORCE CENTRIFUGE. Force en vertu de laquelle un corps qui décrit une courbe, tend à s'éloigner du centre vers lequel il est sans cesse sollicité par une autre force que nous nommons *force centrale* (*Voyez* ce mot).

Il ne faut pas confondre la force centrifuge avec la force projectile. Celle-ci fait toujours un angle avec la force centrale qui est toujours directement opposée à la force centrifuge. D'ailleurs, lorsqu'un corps se meut dans un cercle, la force centrifuge égale toujours la force centrale; elles se détruisent donc à chaque instant. Cependant le corps continue de se mouvoir, parce que la force projectile qui est constante, se combine à chaque instant infiniment petit avec la

force centrale, qui se renouvelle par l'action de la puissance accélératrice; et c'est cette combinaison qui se répète à chaque instant infiniment petit, qui fait renaître la force centrifuge. (*Voyez* l'article FORCE CENTRALE, qui renferme des développemens relatifs à cet objet.)

FORCE CENTRIPÈTE. Ce mot est synonyme de FORCE CENTRALE.

FORCE COERCITIVE. *Coulomb* a donné ce nom à la résistance qu'opposent les molécules de certains corps au mouvement du fluide électrique qui fait effort pour s'échapper. La force coercitive augmente avec le défaut de conductricité.

FORCE DE COHÉSION. C'est la même chose que force d'aggrégation (*Voyez* ce mot).

FORCE DE COMBINAISON. C'est cette force en vertu de laquelle les molécules de deux ou plusieurs corps hétérogènes s'unissent si intimement, qu'il résulte de leur union un corps qui n'a aucune des propriétés des composans.

FORCE DES EAUX. Effort que fait l'eau en vertu de sa vitesse et de son poids.

On confond assez souvent la force, la vitesse et la dépense des eaux; c'est l'effort que fait l'eau pour sortir et s'élancer contre la colonne d'air qui résiste en vertu de sa pesanteur; elle dépend donc de deux choses, de la colonne d'eau et de la colonne d'air. (*Voyez* ECOULEMENT DES LIQUIDES).

FORCE DE TORSION. C'est l'effort que fait un fil qui a été tordu pour revenir à son premier état.

Soit *a b* (*fig.* 72, *pl.* 8) un fil de matière quelconque attaché par son extrémité *a* à un point fixe, tandis que l'autre extrémité *b* soutient par son milieu le petit levier *cd*; si l'on fait tourner autour du point *b* le petit levier qui étoit d'abord en repos, il décrira des arcs de cercle par ses deux extrémités; et en même temps le fil se tordra d'un nombre de degrés égal à celui que renferme chacun de ces arcs. Maintenant si l'on veut que le fil conserve cet état de torsion, il est visible qu'il faut appliquer à l'une ou à l'autre des extrémités *cd* du levier, une force qui balance l'effort que fait le fil pour recouvrer l'état où il étoit lorsque le levier étoit en repos. C'est cet effort qui a reçu le nom de *Force de torsion*; *Coulomb* a prouvé que, toutes choses égales d'ailleurs, elle est proportionnelle à l'angle de torsion, c'est à dire, à l'arc que décrit chaque extrémité du levier du moment qu'il quitte son état de repos; de manière que s'il faut appliquer une force comme 1, par exemple, pour maintenir le fil dans son état de torsion lorsque l'extrémité du levier a parcouru un arc de 10 degrés, il faudra pour produire le même effet, appliquer à l'extrémité du levier une force comme 3, lorsque cette extrémité décrira un arc de 30 degrés.

FORCE EXPANSIVE. Effort par lequel un corps élastique tend à s'étendre, et s'étend en effet, du moment que la puissance comprimante cesse d'agir.

La force expansive est commune à tous les corps élastiques. Un ressort qui est tendu et retenu dans cet état par une force quelconque, fait un continuel effort pour reprendre l'état que la tension lui a fait perdre. L'air comprimé fait effort contre la puis-

sance qui le comprime ; et sa force expansive fait équilibre à l'effort de cette puissance. Une charge de poudre qui s'enflamme jouit d'une force expansive, et c'est en vertu de cette force qu'elle chasse la bombe ou le boulet.

FORCE MORTE. C'est celle qui s'exerce contre un obstacle invincible; elle ne produit aucun effet, et conséquemment elle consiste dans une simple tendance au mouvement. Telle est par exemple la force qui anime un corps suspendu à un point fixe. La pesanteur le sollicite à se précipiter vers le centre de la terre ; mais cette force n'a aucune efficacité, parce que le point de suspension s'oppose victorieusement à la chute du corps.

FORCE MOTRICE. C'est celle d'un ou de plusieurs corps qu'on emploie pour en faire mouvoir d'autres. Telle est une impulsion donnée à un corps pour le faire marcher suivant une direction quelconque.

FORCE PROJECTILE. C'est cette force par laquelle un corps est lancé dans une direction soit perpendiculaire, soit parallèle, soit oblique à l'horizon. Tel est, par exemple, l'effort de la poudre à canon, qui chasse une bombe ou un boulet. Tel est aussi l'effort du bras qui jette un corps quelconque, etc.

La force projectile doit être regardée comme uniforme; et elle le seroit réellement s'il n'y avoit ni frottement, ni résistance de milieu. On fait abstraction de ces résistances pour rendre la théorie plus simple et plus facile à saisir.

Si la force projectile a une direction de bas en haut, perpendiculaire l'horizon, le corps lancé décrit une ligne droite ; mais comme sa pesanteur tend à le faire descendre, son mouvement est l'effet de la force projectile, moins celui de la pesanteur. C'est un mouvement simple mais retardé. Si au contraire le corps est projeté de haut en bas, son mouvement est l'effet de la force projectile, plus celui de la pesanteur. C'est encore un mouvement simple mais accéléré.

Enfin si la direction de la force projectile est parallèle ou oblique à l'horizon, le corps projeté décrit une courbe, parce que la force projectile est uniforme, et que la pesanteur donne à chaque instant au mobile une nouvelle impulsion. (*Voy.* FORCE CENTRALE).

C'est dans la combinaison de la force projectile et de celle de la pesanteur, que consiste toute la science de la ballistique, ou l'art de mesurer le jet d'une bombe ou d'un boulet.

FORCE RETARDATRICE C'est celle qui retarde le mouvement d'un corps; telle est la pesanteur qui, agissant sans cesse sur un corps pour le porter vers le centre de la terre, retarde son mouvement s'il est lancé de bas en haut.

FORCE VIVE. C'est celle d'un corps actuellement en mouvement, qui agit contre un obstacle qui cède. Telle est la force d'un ressort qui se débande contre un obstacle qu'il déplace.

Personne n'avoit pensé jusqu'à *Leibnitz*, d'établir une distinction entre la force morte et la force vive ; l'une et l'autre s'estimoient également en multipliant la masse par la vitesse. *Leibnitz* réclama hautement contre

l'exactitude de cette mesure commune; il convint que pour évaluer la force morte, il faut multiplier la masse par la vitesse. Quant à la force vive, il prétendit que pour l'estimer suivant sa juste valeur, il faut multiplier la masse par le carré de la vitesse. Je n'entrerai pas dans le détail des raisonnemens et des nombreuses expériences qui ont été faites pour appuyer cette assertion; ils sont consacrés dans un grand nombre d'ouvrages qu'il est aisé de consulter, et particulièrement dans les institutions de physique, par la *Marquise du Châtelet*, ainsi que dans un ouvrage de *Demayran*, qui a pour titre: *Dissertation sur l'estimation des forces motrices des corps.* Je me bornerai à dire que si les sentimens étoient partagés sur la manière d'évaluer la force des corps en mouvement, c'étoit parce que les défenseurs des forces vives ne faisoient pas entrer la considération du temps dans l'examen des faits qu'ils apportoient en preuve de leur opinion. Je conviens avec eux que les effets sont quadruples de la part d'un corps qui se meut avec une vitesse comme 2, par comparaison à celui qui n'a qu'une vitesse comme 1; mais ce n'est pas parce que 4 est le carré de 2, que cet effet a lieu, c'est seulement parce que le mobile qui a une vitesse comme 2, fait un effort répété deux fois autant que celui d'un corps qui se meut avec une vitesse comme 1; d'où il suit que ces deux forces sont absolument les mêmes, et qu'elles ne diffèrent dans leur résultat que par le défaut de la considération du temps.

FOUDRE. Matière enflammée qui, dans certaines circonstances, semble s'élancer du sein des nuages avec une explosion plus ou moins forte.

Il n'y a entre foudre et tonnerre d'autre différence, si ce n'est que le premier désigne la matière enflammée qui s'échappe de la nue, tandis que le second exprime le bruit souvent formidable qui l'accompagne, lorsqu'elle sillonne les nuages suspendus dans l'atmosphère.

FOURNEAU. C'est une espèce de tour cylindrique creuse, un peu évasée par le haut. Elle a deux ouvertures latérales: une supérieure, qui est la porte du foyer; l'autre inférieure, qui est la porte du cendrier. Dans l'intervalle de ces deux portes le fourneau est partagé en deux par une grille placée horizontalement, qui forme une espèce de diaphragme, et qui est destinée à soutenir le charbon. On appelle foyer, la capacité qui est au-dessus de la grille, parce que c'est dans cette partie qu'on entretient le feu. La capacité qui est au-dessous porte le nom de cendrier, parce que c'est dans cette partie que se rassemblent les cendres à mesure qu'elles se forment.

FOURNEAU (Terme d'astronomie). On a donné ce nom à une des constellations de la partie australe du ciel, qui est située auprès du tropique du Capricorne, au-dessous de la Baleine et au-dessus de l'extrémité méridionale de l'Eridan. C'est une des quatorze nouvelles constellations formées par *Lacaille*, d'après les observations qu'il a faites pendant son séjour au cap de Bonne-Espérance. Il a donné une figure très-exacte de cette constellation dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, an-

née 1752, planch. 20 : elle est composée d'un fourneau chimique, avec son alambic et son récipient.

FOYER (Terme d'optique.) On en distingue de deux sortes, le foyer réel et le foyer imaginaire.

Le foyer réel est le point où se réunissent les rayons lumineux réfléchis par un miroir concave, ou réfractés par un verre convexe, un objectif de lunette, etc.

Dans un miroir concave le foyer est éloigné du miroir d'une distance à peu près égale à la moitié du rayon de la concavité. (*Voyez* MIROIR CONCAVE).

Dans un verre convexe dont la courbure est la même des deux côtés, le foyer est à peu près à l'extrémité du rayon de sa convexité. (*Voyez* VERRE CONVEXE, LENTILLE, etc.)

Le foyer d'un verre plan-convexe est à peu près à l'extrémité du diamètre de sa convexité (*Voy.* VERRE PLAN-CONVEXE).

Bouguer a remarqué dans son ouvrage sur la *Figure de la Terre*, page 203, que le foyer des grandes lunettes est différent, 1°. suivant la constitution des yeux de l'observateur; 2°. suivant qu'on enfonce ou retire l'oculaire; 3°. suivant la constitution actuelle de l'atmosphère; et il donne des moyens de se précautionner contre ces variations. (*Voyez* LUNETTE).

Le foyer imaginaire est le point où se réuniroient les rayons convergens, s'ils pouvoient continuer leur route dans le même milieu, ou le point d'où partiroient les rayons divergens prolongés en ligne droite.

FRAGILITÉ. Propriété qu'ont certains corps de se briser facilement par le choc. Les corps qui jouissent de la fragilité diffèrent des corps mous, en ce que dans ceux-ci les parties se déplacent par le choc, sans se séparer ni se rétablir. Ils diffèrent des corps élastiques, en ce que les parties se déplacent dans ces derniers pour se rétablir ensuite. Enfin ils diffèrent des corps durs, en ce que les parties ne se déplacent pas dans les corps de cette dernière espèce.

FRÉMISSEMENT. Mouvement des petites particules d'un corps, qui consiste en des vibrations de ces particules qui ont très-peu d'étendue et qui s'effectuent avec la plus grande célérité.

Le frémissement se fait particulièrement remarquer dans les corps sonores, comme les cloches, les cordes de violon, etc. (*Voyez* SON et CORPS SONORE).

FRIABLE. On donne cette épithète aux corps tendres qui se divisent ou se réduisent aisément en poudre entre les doigts; ce qui vient sans doute de ce que la force de cohésion qui tient leurs molécules unies est si petite, qu'elle n'oppose qu'une foible résistance à celle qui tend à les séparer.

FRIGORIFIQUE. Epithète que l'on donne à ce qui produit le froid. (*Voyez* FROID).

Quelques physiciens nient que le froid soit produit par l'absence du calorique; ils prétendent qu'il doit son existence à la présence des atomes ou particules frigorifiques, tout comme la chaleur doit la sienne à la présence du calorique. (*Voy.* les mots FROID, CALORIQUE, etc.)

FRIMAS. Ce mot est synonyme de givre. (*Voy.* Givre).

On donne aussi le nom de frimas à la gelée, à la neige, au verglas et en général à tous les effets naturels de cette espèce qui caractérisent le froid. (*Voy.* Froid).

FROID. Le froid absolu n'existe point dans la nature, qui seroit alors sans mouvement et sans vie. Il faudroit, pour réaliser son existence, priver un corps de tout le calorique qui le pénètre, et cette privation absolue ne peut, dans aucun cas, s'effectuer. Mais quand même il seroit en notre pouvoir de la produire, ce seroit sans doute une témérité de l'entreprendre, puisque à ce degré de froid notre existence seroit anéantie.

Il n'est donc question ici que du froid relatif. Un corps est froid par rapport à un autre, lorsqu'il a pour le calorique plus d'attraction que celui auquel on le compare. Ainsi, si je touche un corps qui a pour le calorique plus d'attraction que ma main, la tendance qu'a le calorique à se mettre en équilibre dans un système de corps, détermine le passage de ce fluide de ma main dans le corps qu'elle touche, et j'éprouve la sensation du froid.

Le froid consiste donc dans une simple privation de calorique, tandis que la chaleur a pour cause la présence du même fluide. Cette explication ramène ainsi des effets opposés à une cause unique; ce qui s'accorde avec la sage économie de la nature. ce seroit contrarier la simplicité de sa marche que d'admettre pour expliquer les phénomènes du froid, des atomes ou des rayons frigorifiques indépendans du calorique, dont l'inutilité est reconnue, et dont aucun phénomène n'a encore constaté l'existence (*Voy.* les mots Calorique et Calorique rayonnant).

Le froid produit des effets opposés à ceux auxquel la chaleur donne naissance. Les corps, soit solides, soit fluides, augmentent de dimensions par la pénétration du calorique, et alors leur pesanteur spécifique diminue. Le froid au contraire les condense et augmente leur pesanteur spécifique. Tous les corps de la nature sont soumis à cette loi; et l'exemple de l'eau qui en passant de l'état de liquide à celui de solide, acquiert plus de volume, ne sauroit en détruire la généralité, parce que cette augmentation de volume a pour cause des circonstances particulières qui se compliquent avec la cause principale dans la production du phénomène. (*Voyez* Congélation et Glace).

Les corps terrestres s'échauffent principalement par l'influence des rayons solaires dont l'action est souvent affoiblie par des causes telles que la situation particulière des lieux, la nature du terrain, les vents, etc.

Plus le terrain d'un pays est élevé, plus le froid qu'on y éprouve est rigoureux. C'est un fait généralement reconnu, qu'à toutes les latitudes et sous l'équateur même, la chaleur diminue et le froid augmente à mesure qu'on s'éloigne de la surface de la terre; de là vient que le froid est moins rigoureux dans les plaines que sur le sommet des montagnes; de là vient qu'au Pérou, dans le centre même de la zone torride, les sommets de certaines montagnes sont sans cesse couverts de neige et de glaces qui paroissent inaccessibles à la brûlante activité de l'astre qui éclaire et échauffe

ces contrées; de là vient que Moscou est plus froid qu'Edimbourg; de là vient enfin que dans la baie d'Hudson et dans la Sibérie on éprouve des froids excessifs, que ne comporte pas leur latitude.

Pour sentir la raison de ces phénomènes, il suffit de remarquer que les rayons solaires n'échauffent que lorsqu'ils sont réfléchis par l'air ou par la surface de la terre, et conséquemment que les couches atmosphériques sont d'autant moins échauffées par l'influence solaire, qu'elles sont plus élevées. A cette raison générale ajoutons, pour expliquer le froid qui se fait sentir sur le sommet des montagnes, que le soleil n'éclaire chacune des faces d'une montagne que pendant peu d'heures; que les rayons sont souvent reçus très-obliquement sur ces différentes faces; que sur le sommet d'un rocher fort escarpé, dont le volume est très-petit, la chaleur n'est point fortifiée comme dans une plaine horizontale, par une multitude de rayons qui, réfléchis de la surface de la terre, se croisent et s'entrelacent, pour ainsi dire, de mille manières différentes.

Les vents influent aussi sur le froid et le chaud qui se font sentir dans différentes contrées, en y apportant de l'air tantôt plus froid, tantôt plus chaud que celui qu'on y respire. Dans nos régions boréales le vent du nord est froid, parce que les pays d'où il vient sont plus froids par leur position que ceux où sa direction les porte. Le contraire a lieu pour le vent du sud, qui, dans nos contrées, souffle des pays chauds vers les pays froids. Il est aisé de comprendre que, dans les régions australes, le vent du nord est chaud, et le vent du sud froid.

Table des plus grands degrés de froid observés jusqu'ici en différens lieux de la terre.

	Degrés au-dessous de zéro de l'échelle de Réaumur.
A Astracan, en 1746,	24 ½
A Pétersbourg, 1749,	30
A Québec, en 1743,	33
A Torneao, en 1737,	37
A Tomsk, en Sibérie, en 1735,	53 ½
A Kirenga, en Sibérie, en 1738,	66 ⅔
A Yeniseik, en Sibérie, en 1735,	70

FROID ARTIFICIEL. C'est celui que les hommes produisent par différens procédés, dont le plus simple consiste à appliquer un corps moins chaud à un plus chaud qu'on veut refroidir. Il est visible que ce dernier doit perdre du calorique et conséquemment se refroidir, en vertu de la tendance qu'a ce fluide à se mettre en équilibre dans un système de corps. C'est ainsi que pour rafraîchir de l'eau, du vin, etc., on les met dans de l'eau bien froide, dans de la glace ou de la neige.

Le second moyen consiste dans le mélange bien assorti de différentes substances qui, en vertu de leur action réciproque, déterminent le dégagement d'une plus ou moins grande quantité de calorique.

1°. Si l'on jette dans une suffisante quantité d'eau du nitrate de potasse, ou du muriate de soude, ou du muriate d'ammoniac, la substance saline se dissout et la dissolution fait naître un refroidissement considérable. Un demi-kilogramme de muriate d'ammoniac jeté dans trois ou quatre

litres d'eau, fait descendre le mercure du thermomètre de *Réaumur* de cinq ou six degrés plus ou moins, suivant le degré de froid qu'avait l'eau, avant d'y mettre le sel.

2°. Si l'on mêle des substances salines avec de la neige ou de la glace pilée, le mélange prend bientôt un nouveau degré de froid plus ou moins considérable, suivant que les sels ont plus ou moins de vertu attractive, ou qu'on les emploie en différentes doses. La manière si connue de faire geler les liqueurs pendant les ardeurs de l'été, est une suite de cette propriété.

Deux parties de muriate de soude mêlées avec quatre parties de glace pilée font descendre, pendant les chaleurs les plus brûlantes de l'été, le mercure du thermomètre à 15 degrés au-dessous de zéro.

3°. Si l'on mêle de la glace à zéro avec le quart de son poids d'acide nitrique dont la pesanteur spécifique soit à celle de l'eau comme 14 à 10, on a 16 degrés de froid, lorsque le mélange plonge dans un bain formé d'une partie de sel et de trois parties de glace. Si dans le premier mélange refroidi à 16 degrés, on en plonge un second aux mêmes doses de quatre parties de glace et d'une partie d'acide concentré, celui-ci descend à 22 degrés; et si enfin on en fait un troisième bain où l'on plonge un troisième mélange égal de glace et d'acide, on produit plus de 30 degrés de froid, et l'on peut par ce moyen produire la congélation du mercure.

FROTTEMENT. Lorsque l'on considère, à l'aide du microscope, les corps les plus polis de la nature, il n'en est aucun dont la surface ne présente à l'observateur attentif un assemblage de petites éminences et de petites cavités, d'où il résulte que si l'on pose deux corps l'un sur l'autre, les parties hautes du premier s'engrènent dans les cavités du second. Veut-on les faire mouvoir l'un sur l'autre, les inégalités se heurtent et mettent obstacle au mouvement. C'est à cet obstacle que nous donnons le nom de *frottement*.

On peut faire parcourir à un corps la surface d'un autre corps, 1°. en appliquant successivement les mêmes parties de l'un à différentes parties de l'autre, comme quand on fait glisser un livre sur une table, ou lorsqu'on fait tourner une vis dans son écrou; et nous nommons ce frottement, *frottement des corps glissans*, ou *frottement de la première espèce*; 2°. en faisant toucher successivement différentes parties d'une surface à différentes parties d'une autre surface, comme lorsqu'on fait rouler une boule sur un billard; et nous donnons à ce dernier frottement, le nom de *frottement des corps roulans*, ou *frottement de la seconde espèce*.

Le frottement des corps glissans cause le plus souvent la rupture de ces petites éminences qui forment l'inégalité des surfaces; de là vient que nos habits, nos meubles, nos bijoux s'usent insensiblement, et finissent par se détruire; que nos couteaux, nos haches, nos rasoirs perdent bientôt le fil de leur tranchant; que le soc de la charrue s'émousse dans le sein de la terre qu'il déchire; que les pierres les plus dures s'altèrent sous le roulement continuel des torrens; enfin, que le marbre qui décore nos temples s'amincit à la longue sous les baisers de la multitude.

Dans le frottement des corps roulans, les éminences de l'un engagées dans les cavités de l'autre, se quittent à peu près comme les dents de deux roues de montre se désengrènent en roulant l'une sur l'autre.

Les physiciens ont fait jusqu'ici d'inutiles efforts pour estimer avec exactitude la valeur des frottemens. La diversité des parties dont les corps solides se composent; la plus ou moins grande cohésion de ces parties; la différence qui existe entre les éminences et les cavités que présentent les surfaces de différens corps, sont des obstacles qui résistent avec opiniâtreté à la découverte d'une loi générale relative au frottement.

Toutes choses égales d'ailleurs, plus la surface des corps est semée d'aspérités, plus le frottement est considérable; conséquemment la résistance qu'il fait naître augmente, lorsque le poli de la surface diminue, et réciproquement.

Cette résistance dépend encore de la nature du frottement. Toutes choses égales d'ailleurs, le frottement des corps roulans est beaucoup moindre que celui des corps glissans. C'est à l'aide de l'expérience et avec la machine de *Desaguilliers*, que nous mettrons cette vérité dans tout son jour.

Cette machine est principalement composée (*fig.* 74, *pl.* 8), 1°. de quatre rouleaux, 1, 2, 3, 4, suspendus par des pivots assez fins dans deux doubles montans P*p*, P*p*; 2°. d'un cinquième rouleau C plus grand que les précédens, et dont l'axe D E se termine par deux pivots d'acier qui tournent dans deux vis QQ, percées selon leur longueur, ou bien sur les deux intersections des quatre rouleaux latéraux; un ressort spiral fixé d'une part, à l'un des doubles montans, et de l'autre, à l'axe de ce dernier rouleau, le fait tourner alternativement sur deux sens, et l'on compte la durée du mouvement du rouleau par le nombre des vibrations du ressort; 3°. d'un pilastre R, sur le haut duquel se meuvent par une espèce de charnière, deux bascules de métal de même poids et de même dimension, *c d*, *e f*. Ces deux bascules peuvent reposer ensemble sur l'axe D E; ou on peut, à l'aide de la vis *g* qui traverse la bascule *e f*, empêcher que la première *c d*, ne pose sur cet axe. Il suffit pour cela de faire avancer la vis *g*, de manière qu'elle soutienne la bascule *c d*. *h* et *i* sont deux petits poids égaux en masse, et destinés à être suspendus, au besoin, aux extrémités des deux bascules dont nous venons de parler. V est un pilastre sur le haut duquel se meut le levier *b*, lequel étant engagé sous l'un des croisillons du grand rouleau C, l'empêche de retourner sur lui-même, lorsque le ressort est tendu.

Première expérience.

On met d'abord les pivots du grand rouleau C dans les trous des vis Q, Q, et ensuite on les fait reposer sur les intersections des rouleaux. Dans l'une et l'autre épreuve, on a soin que le ressort soit également tendu.

Lorsque le ressort est détendu, si, dans le premier cas, on compte 30 ou 35 vibrations avant que le mouvement cesse entièrement, dans le second cas on en compte environ 400, dont chacune dure près d'une seconde.

Quand les pivots tournent dans les ris percées, c'est un frottement de la première espèce. Toute leur surface passe successivement sur la partie inférieure de chacun des trous. Quand, au contraire, ces mêmes pivots font tourner par leur mouvement les rouleaux qui les portent, ce n'est plus qu'un frottement de la seconde espèce; car alors la circonférence des uns ne fait plus que se développer sur celle des autres; la partie qui a touché ne touche plus l'instant suivant, et celle qui la précède lui sert de point d'appui pour se dégager suivant une direction favorable.

Lorsqu'on craint qu'une voiture ne se précipite dans une descente trop rapide, on empêche les roues de tourner sur leur axe; alors les mêmes points de la circonférence glissent successivement sur différens points pris sur le terrain : c'est un frottement de la première espèce qui résiste convenablement au mouvement de la voiture. Il n'en est pas ainsi quand chaque roue tourne sur son essieu : son frottement, quant à sa circonférence, est un frottement de la seconde espèce, et son mouvement, déjà très-libre, le seroit trop, s'il se trouvoit encore favorisé par une pente trop rapide.

Toutes choses égales d'ailleurs, le frottement augmente lorsque l'on fait croître la surface frottante.

Deuxième expérience.

On laisse les pivots du grand rouleau sur les intersections des quatre petits, et l'on tend le ressort au même degré que dans l'expérience précédente. On fait tomber les deux bascules de métal *c d*, *e f* sur l'axe D E, de manière qu'il n'y ait d'abord qu'une bascule qui frotte, et qu'ensuite toutes les deux frottent ensemble sur l'axe, sans augmenter les poids. Si, dans le premier cas où le frottement se fait par une seule surface, on compte 40 vibrations, dans le second, où la surface frottante est double, on n'en compte que 29. Cette expérience prouve en même temps, 1°. que le frottement augmente, lorsque, toutes choses égales d'ailleurs, ont fait croître la surface frottante; 2°. que l'augmentation du frottement n'est pas, à beaucoup près, proportionnel à l'augmentation des surfaces.

Toutes choses égales d'ailleurs, le frottement augmente lorsqu'on fait croître les pressions.

Troisième expérience.

La machine étant disposée comme dans l'expérience précédente, on ne laisse d'abord frotter sur l'axe D E que la bascule *c d* à laquelle on attache l'un des petits poids *h* ou *i*, et on ramène ensuite sur l'axe la seconde bascule *e f*, qu'on charge pareillement du second poids. La pression devient alors double, et l'on observe que le nombre des vibrations est à peu près d'un tiers moindre que dans le cas précédent; ce qui justifie assez l'usage où l'on est d'estimer le frottement au tiers de la pression.

La vitesse des surfaces frottantes est encore un des élémens qui entrent dans l'estimation de la résistance que fait naître le frottement.

Plus la vitesse est grande, toutes choses égales d'ailleurs, plus la surface frottante parcourt d'espace dans le même temps; d'où il résulte que ses parties saillantes s'engagent dans un

plus grand nombre de cavités, et conséquemment que la résistance qui résulte du frottement augmente lorsqu'on fait croître la vitesse.

Ce que nous avons dit jusqu'ici, nous conduit à conclure que le frottement,

1°. Varie selon le poli de la surface;

2°. Varie selon les pressions;

3°. Varie selon les surfaces;

4°. Varie selon les vitesses;

5°. Varie selon la nature du frottement.

Mussenbroech a proouvé par un grand nombre d'expériences faites avec une machine qu'il appelle *tribomètre*, que, toutes choses égales d'ailleurs, deux corps homogènes éprouvent souvent plus de frottement que deux corps différens.

Camus a conclu de ses expériences qu'il y a dans les frottemens une différence produite par la nature des enduits, et que cette différence varie en raison des substances frottantes.

Nous devons à *Coulomb* une longue suite d'expériences ingénieuses relatives au frottement. Elles sont consignées dans un mémoire que renferme le dixième volume *des Savans étrangers*, et il importe d'en présenter ici les résultats.

1°. Le frottement des bois, glissant à sec sur le bois, oppose, après un temps suffisant de repos, une résistance proportionnelle aux pressions: cette résistance augmente sensiblement dans les premiers instans de repos; mais après quelques minutes, elle paroît ordinairement à son *maximum*.

2°. Lorsque les bois glissent à sec sur les bois avec une vitesse quelconque, le frottement est encore proportionnel aux pressions; mais son intensité est beaucoup moindre que celle que l'on éprouve en détachant les surfaces après quelques instans de repos: on trouve que la force nécessaire pour détacher et faire glisser deux surface de chêne, après quelques minutes de repos, est à celle nécessaire pour vaincre le frottement, lorsque les surfaces ont déjà un degré de vitesse quelconque, à-peu près : : 9 : 2.

3°. Le frottement des métaux glissant sur les métaux sans enduit, est également proportionnel aux pressions; mais son intensité est la même, soit qu'on veuille détacher les surfaces après un temps quelconque de repos, soit qu'on veuille entretenir une vitesse uniforme quelconque.

4°. Les surfaces hétérogènes, telles que le bois et les métaux glissant l'un sur l'autre, sans enduit, donnent pour leur frottement des résultats très-différens de ceux qui précèdent; car l'intensité de leur frottement, relativement au temps de repos, croît lentement, et ne parvient à sa limite, qu'après quatre à cinq jours et quelquefois davantage, au lieu que dans les métaux, elle y parvient dans un instant, et dans le bois, dans quelques minutes. Cet amortissement est même si lent, que la résistance du frottement dans les vitesses insensibles est presque la même que celle que l'on surmonte en ébranlant ou détachant les surfaces, après quelques jours de repos. Ce n'est pas encore tout; dans les bois glissant sans enduit sur les bois, et dans les métaux glissant sur les métaux, la vitesse n'influe que très-peu sur les frottemens; mais ici les frottemens croissent très-sensiblement à mesure que l'on augmente la vi-

tesse, en sorte que le frottement croît à peu près suivant une progression arithmétique, lorsque les vitesses croissent suivant une progression géométrique.

On diminue la résistance que fait naître le frottement, en conduisant les surfaces de quelque matière grasse ou fluide. On frotte de savon les bords d'une boîte dont le couvercle tient trop; on met de l'huile aux charnières pour en faciliter le jeu; on graisse le moyen des roues en dedans. Ce sont autant de moyens par lesquels on remplit les inégalités les plus grossières des surfaces qui deviennent plus propres à glisser l'une sur l'autre. D'ailleurs, les molécules de ces fluides interposés, changent l'espèce du frottement; leur forme sphérique les fait rouler avec facilité entre les surfaces qui leur servent de véhicule commun, et change ainsi le frottement des corps glissans en frottement des corps roulans.

FUMÉE. Vapeur plus ou moins épaisse qui s'élève des corps en combustion.

Les parties du corps ignescent qui ne jouissent pas d'une grande combustibilité, cèdent à l'action du calorique et s'envolent sous forme de fumée. Si elles trouvent sur leur route un foyer de chaleur qui augmente considérablement leur température, elles brûlent avec activité, c'est-à-dire, qu'elles deviennent propres à décomposer le gaz oxigène; ce qui prouve que la fumée se compose de particules combustibles.

FUNICULAIRE. (Machine) *Voy.* MACHINE FUNICULAIRE.

FUSÉE DE MONTRE. C'est la pièce d'une montre sur laquelle s'enveloppe la chaîne. Cette pièce a la forme d'un cône tronqué qu'on fait tourner sur son axe AB (*fig.* 75, *pl.* 9), et sur lequel on a pratiqué une gorge en spirale qui reçoit la chaîne. C'est au moyen de cette figure qu'elle remédie aux inégalités de force du ressort, qui, étant plus tendu lorsque la montre est nouvellement montée, et moins vers la fin de son développement, la feroit avancer dans le premier cas, et retarder dans le second.

Pour bien concevoir de quelle manière la fusée d'une montre compense les inégalités de force de son ressort, il suffit de faire attention que lorsque le ressort S vient d'être tendu, et que conséquemment son action est la plus grande, la chaîne tire alors à la partie supérieure de la fusée, et par conséquent à la plus petite distance du point d'appui. A mesure que le ressort se détend et que son action diminue, la chaîne descend vers la partie inférieure de la fusée, et agit à une distance du point d'appui, qui augmente progressivement dans le même rapport que l'action du ressort diminue.

FUSIL A VENT. Espèce de fusil au moyen duquel on peut donner à des balles une forte impulsion en employant pour moteur le ressort d'un fluide élastique.

Pour bien saisir le mécanisme de ce fusil, concevons-le partagé par le milieu. AK (*fig.* 76, *pl.* 9) représente le canon qui renferme une balle située au point K. Le canon est entouré d'un autre CDRE de plus gros calibre que le précédent, et qui renferme de l'air comprimé. MN est une pompe située dans la crosse du fusil et dans laquelle on fait mouvoir le piston S'. C'est à l'aide de cette pompe qu'on introduit dans le canon extérieur CDER de l'air,

Il y est retenu par la soupape P qui s'ouvre quand on fait entrer l'air et qui se ferme ensuite par le ressort de l'air intérieur condensé. Au voisinage de L se trouve une autre soupape qui ouvre et ferme suivant les circonstances l'orifice qui est au fond du canon S, et qui est de même diamètre que le calibre du canon. Cette soupape est toujours poussée en bas par un ressort spiral. La queue de cette soupape traverse une petite boîte garnie de cuir gras qui ne donne aucun passage à l'air, et, après s'être recourbée, elle se jette en dehors du fusil proche de O dans une cannelure, de manière qu'on peut la mouvoir en avant et en arrière, même à l'aide de la clef du fusil à laquelle elle est attachée. Lorsqu'on tire la queue en arrière, la soupape s'ouvre et laisse échapper l'air qui sort alors par l'orifice situé au fond du gros canon, et va frapper la balle qui reçoit une impulsion à peu près aussi forte que si elle étoit poussée par la poudre dont on charge un fusil ordinaire. Comme la clef ouvre et ferme la soupape L fort brusquement, il ne s'échappe du canon que peu d'air à la fois, de sorte que lorsque le fusil se trouve bien chargé d'air, on peut tirer plusieurs fois à l'aide de ce même air, avant qu'on soit obligé de recharger le fusil.

Ces sortes de fusils sont beaucoup plus curieux qu'utiles. La difficulté de les construire et de les entretenir longtemps en bon état, les rend nécessairement beaucoup plus chers, et d'un service moins commode et moins sûr que les fusils à poudre ordinaire.

Le bruit que fait le fusil à vent, quand on le tire, est incomparablement plus foible que celui d'une arme à feu; parce que ni la balle, ni l'air qui la pousse, ne frappent jamais l'air extérieur avec autant de force que le fait une charge de poudre enflammée.

FUSION. La fusion est l'état d'un corps rendu fluide immédiatement par l'action du calorique.

G

GALILÉE. (Télescope de) *Voyez* Télescope de Galilée.

GALVANISME. *Galvani* a constaté le premier l'existence de la propriété qu'ont des substances animales d'éprouver dans certaines positions, dans certaines circonstances une irritation qui se manifeste par des mouvemens très-sensibles : de là le nom de *galvanisme* que cette propriété a reçu à l'époque de son origine.

Parmi le grand nombre de phénomènes galvaniques qui se sont offerts tour à tour aux regards attentifs des physiciens, les uns dépendent de l'électricité que développe le contact de deux métaux hétérogènes. Voyez l'article *électricité galvanique* qui en renferme le tableau. D'autres paroissent indépendans de l'action ou même de la présence des métaux ; ils appartiennent à l'*électricité animale*. (*Voyez* l'article Electricité animale.)

GALVANOMÈTRE. Instrument imaginé pour mesurer la force de l'électricité galvanique par les effets qu'elle produit.

Le premier des galvanomètres dont on ait fait usage étoit fondé sur la force des commotions et sur l'intensité de la saveur; mais il est visible qu'une mesure établie sur des sensations fugi-

tives, dont la force est toujours relative au degré de sensibilité des personnes soumises à l'expérience, ne peut donner que des résultats équivoques, et qui, dans aucun cas, ne peuvent être comparables.

Le galvanomètre d'*Erman* a pour objet de mesurer l'action, à distance, qu'exercent les extrémités de la pile électrique sur des corps légers qu'on leur présente : il se compose de divers élémens. TC (*fig.* 77, *pl.* 9) sont deux tiges de verre fixées sur un pied, et garnies à leur sommet d'une petite pince arrondie ; dans ces pinces, on établit à frottement deux petits conducteurs de métal *np*, dont les pointes très-mousses peuvent être approchées ou éloignées à volonté l'une de l'autre, en faisant glisser les conducteurs dans les pinces. Pour mesurer la distance qui les sépare, on établit une graduation sur les conducteurs. *f a* est un fil d'argent très-délié et très-mobile, soit en raison de sa longueur qui est de 6 décimètres, soit par la manière dont il est suspendu ; ce fil, qui soutient une balle *a* entre les extrémités *s s* des petits conducteurs, est suspendu à une tige de métal, isolée et renfermée dans un tuyau adapté à une cage de verre CV, sous laquelle on a placé les petits conducteurs.

Erman place cet appareil auprès d'un électromoteur à double colonne, dont il fait communiquer les pôles à la faveur d'une tige métallique ; il met le pôle positif de l'électromoteur en communication avec le conducteur *p* de l'appareil, et du moment qu'il enlève la tige qui établit une espèce d'union entre les pôles de l'électromoteur, la balle *a* qui est suspendue à 2 millimètres de distance de l'extrémité *s* du conducteur *p* de l'appareil, est attirée vers ce conducteur, et va s'appliquer à son extrémité.

Erman a fait avec cet appareil un grand nombre d'expériences, dont on peut voir la description dans le *Manuel du galvanisme d'Izar*, p. 209.

Enfin, quelques physiciens ont eu l'idée de faire servir la décomposition de l'eau, par l'électricité galvanique, à l'estimation de la force qui anime un électromoteur ; mais le défaut qu'ont les instrumens imaginés jusqu'ici, de n'être pas comparables, les a fait abandonner presque au moment de leur naissance.

Le meilleur moyen qu'on puisse employer pour mesurer l'intensité d'une pile électrique, consiste dans la combinaison des effets d'un bon condensateur avec ceux d'un électromètre très-sensible, tel que celui de *Coulomb*. (*Voyez* Condensateur et Électromètre.)

GATEAU. On a donné ce nom à une masse de résine, de poix ou autres corps semblables, qui sont mauvais conducteurs du fluide électrique et qui conséquemment peuvent servir d'*isoloir*. (*Voyez* Isoloir).

Ces sortes d'isoloirs sont sujets à des inconvéniens qui en ont fait abandonner l'usage. Ceux de résine se rompent facilement quand on marche dessus, et ceux qu'on fabrique avec de la poix seule s'affaissent quand il fait chaud. On leur a substitué des tabourets de bois garnis de pieds de verre, qu'on peut enduire d'une couche de vernis résineux pour les rendre plus mauvais conducteurs. Ces tabourets ne sont sujets ni à se briser, ni à se déformer, et ils isolent aussi bien que les gâteaux.

GAZ. On a donné le nom de

gaz à une substance quelconque complétement dissoute par le calorique; et comme c'est le propre des dissolvans de donner aux substances dissoutes leur forme et à peu près leur densité, il est visible que le calorique qui dissout completement des corps les fait passer à l'état de fluides élastiques, et leur donne les propriétés qui les distinguent, telles que l'invisibilité, la compressibilité, l'expansibilité, etc. etc. (*Voyez* au mot CALORIQUE l'article qui traite de l'influence du calorique sur la formation des corps solides, liquides et aériformes.)

La connoissance générale des gaz remonte à la plus haute antiquité. Sans en désigner les espèces, les anciens chimistes les nommèrent *spiritus silvestre*, esprit sauvage. *Vanhelmont* leur donna le nom de *gaz*. *Boyle* et *Hales* les désignèrent sous le nom d'*air*. Mais ces différens physiciens ne pensèrent pas à les isoler pour les étudier séparément, ce qui fit qu'ils n'en admirent qu'un seul qui éprouvoit différentes altérations par le mélange de différentes substances. C'est à *Priestley* que nous devons de connoître un grand nombre de gaz différens par leur nature et par leurs propriétés. Nous en parlerons séparément et avec tout le détail convenable.

Parmi les gaz ou fluides aériformes connus, les uns sont *permanens*, les autres *non permanens;* les premiers sont ceux avec lesquels le calorique a contracté une union intime; ils conservent leur fluidité aériforme à quelque température qu'on les élève; c'est pourquoi on les appelle *permanens*.

Les fluides aériformes *non permanens* sont ceux avec lesquels le calorique n'est uni que foiblement; ils perdent leur fluidité aériforme lorsqu'ils sont très-comprimés, ou qu'ils se trouvent en contact avec des corps auxquels ils sont forcés de céder une partie de leur calorique. Telle est l'eau réduite à l'état de vapeur.

Mais comment extraire les fluides aériformes? comment les recueillir dans le moment qu'ils se dégagent? comment les faire passer d'un vaisseau dans un autre? Telles sont les questions qu'il me paroît utile de résoudre.

1°. Pour recueillir les fluides aériformes dans le moment qu'ils se dégagent, on a imaginé un appareil connu sous le nom d'appareil pneumato-chimique. (*Voyez* APPAREIL PNEUMATO-CHIMIQUE.)

Les vaisseaux dont on se sert pour recevoir et pour contenir les fluides aériformes sont des cloches de cristal: pour les transporter d'un appareil à l'autre, on se sert de plateaux garnis d'un rebord et de deux anses pour en faciliter le transport.

Lorsque les fluides aériformes que l'on veut recueillir sont susceptibles d'être absorbés par l'eau, on se sert de l'appareil au mercure ou hydrargiro-pneumatique. (*Voyez* ce mot, ainsi que CUVE AU MERCURE.)

2°. On extrait les gaz par le moyen du feu ou par le moyen des acides.

Lorsqu'on les dégage par le moyen du feu, on adapte à l'orifice de la cornue un tube recourbé, dont l'extrémité plonge dans l'eau de la cuve pneumato-chimique, sous une cloche remplie du même fluide.

Si on dégage le gaz par le moyen des acides, on met le mélange qui doit les fournir dans un flacon à bec recourbé, et on fait plonger le bec dans la cuve, sous une cloche pleine d'eau ou de mercure, suivant que la cuve est pleine de l'un ou de l'autre de ces fluides.

3°. Pour faire passer les gaz d'un vaisseau dans un autre, il faut, 1°. que celui-ci soit plein d'eau ou de tout autre fluide plus pesant que l'air; 2°. que l'ouverture de ce vaisseau soit renversée et couvre le trou de la tablette de la cuve pneumato-chimique. Les choses ainsi disposées, on renverse pareillement le vaisseau qui contient le fluide aériforme, et on le fait descendre verticalement dans l'eau de la cuve, en supposant que ce vaisseau soit bouché comme un flacon; puis on le débouche dans l'eau, et on l'incline de manière que son goulean soit engagé sous l'excavation de la tablette : le gaz ne tarde pas à s'échapper du flacon et à passer dans le vaisseau destiné à le recevoir. Il s'y élève sous la forme de bulles, qui vont crever au haut de ce vaisseau, et chasser à proportion le liquide dont il est rempli.

Si le vaisseau qui renferme le gaz, est une cloche de cristal ouverte par le bas de toute l'étendue de son diamètre, qui soit en réserve dans un grand plateau plein d'eau, on doit apporter la cloche et le plateau dans l'eau de la cuve, les y plonger verticalement, et enlever ensuite le plateau. On incline ensuite la cloche, de manière que son ouverture corresponde à l'excavation de la tablette. Le gaz s'en échappe promptement pour aller remplir le vaisseau qui doit le recevoir.

De quelque manière qu'on fasse cette opération, il est aisé de sentir la nécessité de l'excavation faite au-dessous de la tablette; elle est destinée à retenir le gaz qui s'échappe de la cloche, et à diriger sa marche vers celle qui doit le recevoir. Sans cette excavation, le gaz qui s'échappe de la cloche se distribueroit dans toute l'étendue de la cuve, loin de se porter au lieu de sa destination.

Quant à la manière de séparer plusieurs gaz mêlés ensemble. (*Voyez* l'article Gazomètre.)

GAZ ACIDE CARBONIQUE. (*Voyez* Acide carbonique.)

GAZ ACIDE FLUORIQUE. (*Voyez* Acide fluorique.)

GAZ ACIDE MURIATIQUE. (*Voy.* Acide muriatique.)

GAZ ACIDE MURIATIQUE OXIGÉNÉ. (*Voy.* Acide muriatique oxigéné.)

GAZ ACIDE SULFUREUX. (*Voyez* Acide sulfureux.)

GAZ AMMONIAC. (*Voyez* Ammoniaque.)

GAZ AZOTE. Le gaz azote, appelé air phlogistiqué par *Priestley*, gaz nitogène par *Chaptal*, air impur par d'autres physiciens, est ce fluide aériforme qui, mêlé avec le gaz oxigène, à peu près dans le rapport de 78 à 22, constitue l'air atmosphérique.

On connoît plusieurs moyens également propres à obtenir le gaz azote dans toute sa pureté.

1°. On emploie avec succès le sulfure de potasse, c'est-à-dire, la combinaison du soufre avec la potasse, qu'on expose dans des cloches à une quantité donnée d'air atmosphérique. Le gaz oxigène est absorbé, et lors-

que l'absorption est complète, le gaz azote reste pur. Ce procédé est dû à *Scheele*.

2°. *Berthollet* a obtenu du gaz azote, en traitant la chair musculaire, ou la partie fibreuse du sang bien lavée, avec l'acide nitrique foible, dans un appareil propre à recueillir les gaz. Il importe d'observer que les matières animales soient bien fraîches; car si elles sont altérées par la fermentation, elles donnent du gaz acide mêlé au gaz azote.

3°. *Fourcroy* a observé que les vessies natatoires des carpes, dans lesquelles *Priestley* avoit déjà reconnu de l'air, sont pleines de gaz azote. Pour le recueillir, il suffit de briser ces vessies dans des cloches pleines d'eau.

Les propriétés physiques du gaz azote sont à peu près les mêmes que celles de l'air atmosphérique. Sa pesanteur spécifique peut cependant le faire distinguer. En pesant un égal volume de ces deux fluides aériformes, on trouve que le poids du gaz azote est à celui de l'air commun dans le rapport de 675 à 720.

Le gaz azote est impropre à la combustion et à la respiration. Il est aisé de se convaincre, à la faveur des procédés indiqués art. Gaz, que ce fluide aériforme éteint subitement les bougies allumées, et tue subitement les animaux qu'on y plonge. Cette propriété chimique ne sauroit le faire distinguer des autres substances gazeuses; elle est commune à tous les fluides aériformes, à l'exception du gaz oxigène et de l'air atmosphérique; mais le gaz azote a des propriétés négatives bien propres à faire reconnoître sa présence. Toutes les substances aériformes méphitiques sont ou acides ou inflammables, ou solubles dans l'eau, et le gaz azote ne jouit d'aucune de ces propriétés.

Le gaz azote est, comme tous les fluides aériformes, composé d'une base et de calorique. Nous déduisons le nom de sa base, de la propriété qu'a ce gaz de priver de la vie les animaux qui le respirent. Le mot *azote* tiré du grec, et dont l'étymologie rappelle l'idée de la chose que nous voulons indiquer, sera donc le nom de cette base; et cette base fondue dans le calorique, portera le nom de gaz azote.

Le gaz azote est très-propre à la végétation.

On met une plante, un jet de menthe, par exemple, à végéter sous une cloche remplie de gaz azote; on expose en même temps une plante de la même espèce, et semblable, autant qu'il est possible, à la première, sous une jarre pleine d'air atmosphérique. La première croît beaucoup plus vite que la seconde à la même exposition.

Les plantes reçoivent leur nourriture, non seulement par les racines, mais encore par les feuilles. Par les feuilles, elles aspirent les substances gazeuses propres à les alimenter. Les gaz aspirés sont portés dans tous leurs organes, à la faveur de certains vaisseaux qu'on appelle *trachées*, pour s'y combiner avec d'autres substances, ou pour y exercer des fonctions favorables à la végétation. C'est ainsi que le gaz azote favorise l'accroissement des plantes. Aucun fluide aériforme ne jouit comme lui de cette propriété.

1°. Les substances animales et végétales se décomposent par la putréfaction. Cette décomposition donne naissance au dégagement d'une grande

quantité de gaz azote. Ce fluide aériforme donne aux plantes qui végètent, plus de force et de vigueur : d'où il résulte que les substances animales et végétales en putréfaction, doivent favoriser la végétation. C'est pourquoi les agriculteurs font répandre du fumier avec profusion sur les terres arides qu'ils veulent fertiliser.

2°. Les animaux transpirent le gaz azote, et absorbent la partie oxigénée de l'air atmosphérique; les plantes, au contraire, exhalent le gaz oxigène, et aspirent le gaz azote. C'est cette opposition d'effets qui garantit à l'atmosphère la pureté qui lui convient : d'où il résulte que la végétation est un des moyens les plus propres que la nature emploie pour purifier l'atmosphère.

3°. De ce que les plantes qui végètent absorbent le gaz azote et transpirent le gaz oxigène, quelques physiciens ont conclu qu'on pouvoit les employer avec avantage, pour rendre à l'air contenu dans des chambres ou dans des salles bien fermées, le degré de pureté qui lui convient, et qu'il doit nécessairement perdre, faute de communiquer librement avec l'air extérieur; mais les expériences d'*Ingen-Houz* et de *Sennebier*, ne nous permettent pas de croire à l'efficacité de ce moyen. Il résulte des travaux de ces célèbres physiciens, que les feuilles des plantes exposées aux rayons du soleil, rendent à l'atmosphère le fluide vivifiant, sans cesse détruit par la combustion et la respiration; mais l'ombre change entièrement cette propriété bienfaisante des feuilles, qui ne donnent plus que du gaz méphitique, lorsqu'elles sont privées du contact du fluide lumineux. Les végétaux ne peuvent donc servir à purifier l'atmosphère des chambres et des salles bien fermées. Ceux qui ont reçu leur dernier degré d'accroissement ne manqueroient pas d'être nuisibles par la production du gaz méphitique, à laquelle la fermentation donne naissance.

4°. Les insectes partagent avec les plantes le privilège d'absorber le gaz azote. Les mouches, les papillons, etc. vivent parfaitement bien dans les substances gazeuses qui résultent de la putréfaction des substances animales et végétales. *Priestley* a répété souvent avec succès ces sortes d'expériences. Il s'est vu quelquefois obligé de retirer les plantes plongées dans le gaz azote, pour les débarrasser des essaims de pucerons dont elles étoient couvertes; et quelques-uns d'entr'eux se cachoient encore si bien, et se multiplioient si rapidement, qu'il pouvoit rarement en conserver les plantes tout-à-fait exemptes.

Cette propriété d'absorber le gaz azote n'est pas le seul point d'analogie que les insectes et les végétaux offrent aux regards du physicien. 1°. Leurs organes respiratoires sont conformés de la même manière; ils sont disposés sur tout le corps du végétal et de l'animal. 2°. La plante et l'insecte transpirent l'un et l'autre du gaz oxigène. *Fontana* a trouvé dans les eaux stagnantes plusieurs insectes qui, exposés au soleil, donnoient du gaz oxigène. 3°. Les insectes fournissent encore à l'analyse des produits semblables à ceux des plantes, tels que des résines, des huiles volatiles, etc.

Quelques physiciens pensent avec *Priestley*, que le gaz azote est composé de gaz oxigène et de phlogistique ou calorique combiné. Cette opinion est fondée sur l'altération apparente qu'éprouve le gaz azote par son

agitation dans l'eau. Il devient propre, disent ces physiciens, à la combustion et à la respiration : il change donc de nature; et ce changement n'annonce-t-il pas la décomposition de cette substance gazeuze? Cette expérience sur laquelle ces physiciens fondent leur opinion, est une expérience illusoire, qui les a conduits à de fausses conséquences sur la nature du gaz azote. Ils n'ont point vu que l'eau a non seulement l'inconvénient d'absorber certains gaz; mais qu'elle fournit souvent d'elle-même de l'air atmosphérique, parce qu'elle n'intercepte qu'imparfaitement la communication de l'intérieur à l'extérieur. Ils n'ont point vu que toutes les fois qu'il y a vide ou seulement raréfaction au-dessus de l'eau, l'air qu'elle contient s'en dégage à l'instant; ils n'ont point vu enfin que quand l'eau se trouve en contact avec un gaz qui a plus d'attraction pour elle que l'air atmosphérique, celui-ci est rendu libre pendant que l'autre est absorbé.

Le gaz azote, dépouillé de son calorique, est la base de l'acide nitrique, de l'acide nitreux, et de l'ammoniaque. (*Voyez* ACIDE NITRIQUE et AMMONIAQUE.)

Les chimistes modernes regardent la base du gaz azote comme une substance simple, parce qu'ils n'ont pu encore parvenir à la décomposer. Cette simplicité n'est pas absolue. La base du gaz azote est le terme actuel auquel arrive l'analyse chimique; mais l'expérience ne nous a que trop souvent prouvé que le terme de l'artiste n'est pas toujours celui de la nature.

GAZ AZOTE PHOSPHORÉ. C'est du gaz azote tenant en dissolution du phosphore.

Si l'on met du phosphore dans une cloche pleine de gaz azote, le phosphore s'y dissout avec facilité, s'y résout en vapeur, sature le gaz azote sans y brûler, sans y répandre la moindre clarté; mais si l'on mêle ce gaz azote phosphoré avec du gaz oxigène, même à une basse température, il y a combustion lente, dégagement de calorique, et production de lumière : de là vient que si l'on ajoute du gaz oxigène au résidu de l'air atmosphérique décomposé par le phosphore, de quelque manière qu'on ait fait cette analyse, le mélange de ces deux gaz répand une clarté très-sensible. Ainsi le phosphore ne peut brûler lentement, et passer à l'état d'acide phosphoreux dans le gaz oxigène, qu'après avoir été dissous dans un autre gaz, ou qu'autant que le gaz oxigène est mêlé d'un autre fluide élastique qui peut d'abord dissoudre le phosphore. Si l'on met du phosphore dans l'air atmosphérique, il commence à se dissoudre dans le gaz azote; et il ne se combine avec l'oxigène qu'après cette dissolution.

GAZ AZOTE SULFURÉ. Ce n'est autre chose que du gaz azote tenant du soufre en dissolution.

On obtient ce fluide aériforme, en faisant chauffer du soufre dans un vase plein de gaz azote.

Le gaz azote sulfuré est fétide; il dépose une partie du soufre qu'il contient, par une simple diminution de température. Au reste, il a toutes les propriétés physiques des fluides aériformes. Ses propriétés chimiques ne sont pas encore bien connues.

GAZ HYDROGÈNE. Le gaz hydrogène étoit connu depuis long-temps sous le nom d'air inflammable. *Hales* avoit retiré des végétaux un gaz qui

s'enflammoit à l'approche d'une bougie allumée; *Sthal* et *Kunchel* avoient fait la même observation, en faisant dissoudre du fer dans les acides. Ils avoient aperçu qu'il résultoit de cette dissolution une vapeur aériforme qui s'enflammoit avec une espèce d'explosion, lorsqu'on lui présentoit une bougie allumée; mais ces physiciens ne poussèrent pas plus loin leurs recherches; et cette importante découverte fut étouffée, pour ainsi dire, au moment de sa naissance.

Quelques expériences de *Black* sur les fluides aériformes, réveillèrent l'attention des physiciens. *Cavendish* et *Priestley* s'empressèrent de recueillir le gaz qui se dégage des dissolutions métalliques par les les acides. Ils étudièrent les phénomènes qu'il présente, et prouvèrent que ce fluide aériforme est une espèce de gaz distingué par des propriétés particulières.

On extrait le gaz hydrogène par la simple distillation des végétaux. La putréfaction animale et la fermentation végétale produisent aussi une grande quantité de ce fluide aériforme. Le plus pur est celui qu'on obtient en faisant dissoudre du fer ou du zinc dans de l'acide sulfurique affaibli au point que sa pesanteur spécifique ne soit plus à celle de l'eau que dans le rapport de 11 à 10 ou à peu près: nous ne parlerons pas des moyens qu'il faut employer pour l'extraire, le recevoir et le transvaser dans des cloches pleines d'eau ou de mercure. Ils sont absolument les mêmes que ceux indiqués article Gaz. (*Voyez* ce mot.)

Le gaz hydrogène partage les propriétés physiques qui caractérisent les fluides aériformes, telles que l'indivisibilité, l'élasticité, etc.; celle qui le distingue particulièrement, c'est sa pesanteur spécifique; il est beaucoup plus léger que l'air atmosphérique; la pesanteur du premier est à celle du second comme 8,04 est à 100,00: et à celle de l'eau distillée comme 0,9911 est à 10000,0000: le pouce cube du gaz hydrogène pèse 1,96 milligrammes (0,0370 de grains), et le pied cube 3395 milligr. (63,9360 grains.)

C'est sur cette légèreté du gaz hydrogène qu'est fondée la théorie des aérostats. (*Voyez* Ballon aérostatique.)

La grande légèreté du gaz hydrogène a fait soupçonner à Lavoisier que celui qui s'échappe de la surface du globe s'envole dans les hautes régions de l'atmosphère pour y occuper une place marquée par sa pesanteur spécifique, et y donner naissance à plusieurs phénomènes remarquables dont l'atmosphère nous offre le spectacle. (*Voyez* les mots Tonnerre, Pluie d'orage, etc.)

On savoit depuis long-temps qu'il n'existe aucune portion sensible d'hydrogène dans les couches inférieures de l'atmosphère. *Humbold* et *Gay-Lussac* viennent de confirmer cette vérité par de nouvelles expériences. Nous devons encore à ces savans d'avoir constaté qu'il n'y a pas du gaz hydrogène à la hauteur de 3405 toises; mais comme il y a bien loin de cette hauteur à celle de l'atmosphère, il faut se garder d'en conclure que ses hautes régions ne renferment pas du gaz hydrogène; il est même possible que les couches atmosphériques situées à la hauteur de 3405 toises en contiennent exclusivement dans ces temps où une chaleur étouffante

précède et annonce les orages. Une ascension aérostatique effectuée dans des momens orageux pourroit nous éclairer sur cet objet.

Le gaz hydrogène n'est pas propre à alimenter la combustion.

Première expérience.

Après avoir fait passer du gaz hydrogène dans une cloche remplie de mercure, on y introduit une petite capsule dans laquelle on a mis de l'amadou et environ 14 milligrammes (un quart de grain) de phosphore; on porte sur le phosphore (en le passant à travers le mercure) un fer recourbé que l'on a fait rougir au feu. Le phosphore touché du fer chaud se fond à l'instant, mais il n'y a aucune inflammation.

L'effet produit dans cette expérience atteste hautement que le gaz hydrogène ne peut alimenter la combustion : s'il jouissoit de cette propriété, il n'est pas douteux qu'on ne vînt à bout d'enflammer du phosphore, du soufre, du charbon ou tout autre combustible disposé pour cela sous la cloche qui contient ce fluide aériforme, soit en dirigeant sur ces substances combustibles le foyer de la lentille, soit en y faisant passer une quantité considérable de fluide électrique, et cependant ces essais répétés de différentes manières n'ont jamais eu aucun succès. *Priestley* est le seul qui ait réussi à brûler de la poudre à canon dans le gaz hydrogène par le moyen d'un verre ardent; elle y a détonné tout-à-fait librement; mais elle n'a fait souffrir au gaz hydrogène aucune altération, ce qui confirme que ce fluide aériforme n'est pas propre à alimenter la combustion.

Le gaz hydrogène est combustible.

Seconde expérience.

On remplit une bouteille de gaz hydrogène; on la bouche en mettant le doigt sur l'orifice; et l'ayant ainsi retirée de la cuve pneumatique, on lève le doigt, et on lui présente sur-le-champ une bougie allumée.

Le gaz s'allume; on voit la flamme descendre successivement dans la bouteille; et si avant qu'elle ait cessé on plonge le col de la bouteille dans l'eau ou dans le mercure, ces fluides y rentrent presqu'instantanément, et en remplissent une partie. Le gaz résidu n'est plus que cette partie de l'air commun qui ne sert pas à la combustion, mêlée d'un peu de gaz hydrogène qui n'a pas été consumé.

La flamme n'est pas nécessaire pour allumer ce gaz. *Volta* l'a enflammé avec le fer rouge, avec l'étincelle du briquet. *Guyton* a laissé tomber dans un petit ballon qui en étoit rempli un charbon encore ardent, mais très-avancé et presque cendreux; l'inflammation a été subite au point de faire éclater le ballon, et de rejeter le charbon à plus de deux pieds de hauteur.

Cette expérience nous fait voir clairement que le gaz hydrogène qu'on ne peut allumer tandis qu'il est seul, jouit de cette propriété lorsqu'il a le contact de l'air atmosphérique; or, comment ce dernier peut-il donner au gaz hydrogène la propriété de s'enflammer? L'air atmosphérique est composé de gaz oxigène et de gaz azote dans le rapport de 22 à 78. Le gaz azote n'a aucune influence sur cette combustion, puisqu'on le retrouve, après ce phénomène, tel

qu'il étoit auparavant. L'inflammation du gaz hydrogène ne peut donc être attribuée qu'à la partie oxigénée de l'air atmosphérique, et il en résulte que le gaz hydrogène brûle par le contact de l'air commun, de la même manière que le phosphore, le soufre, le charbon et toutes les substances combustibles; je veux dire en enlevant au gaz oxigène la substance qui lui sert de base, et en facilitant par cette absorption l'évasion du calorique qui donnoit à cette base la fluidité aériforme.

Il existe plusieurs autres moyens d'effectuer l'expérience que nous venons de décrire.

1°. On remplit de gaz hydrogène une grande cloche de verre portant à sa tubulure un robinet surmonté d'un ajutage droit ou recourbé; on comprime le gaz en abaissant la cloche au-dessous du niveau de l'eau dans la cuve; on ouvre alors le robinet et on présente une bougie allumée à l'extrémité de l'ajutage : le gaz s'allume à l'instant et forme ce qu'on appelle *chandelle philosophique*, qui dure tant qu'il reste du gaz et qu'on le force à sortir en descendant le récipient sous l'eau.

2°. Une vessie ficelée sur un robinet, ou plus simplement sur un petit tube de verre, et dont on fait sortir le gaz en la pressant, présente le même phénomène. Pour remplir la vessie, on l'adapte à un récipient tubulé. Il est bon de remarquer que les vessies sont sujettes à recevoir et à transmettre insensiblement les fluides aériformes par leurs pores, comme l'a démontré *Priestley*, de sorte qu'il pourroit y avoir du danger si l'on tardoit à exprimer une vessie ainsi chargée.

Troisième expérience.

Remplissez une bouteille d'air atmosphérique et de gaz hydrogène, de manière qu'il y ait environ les deux tiers d'air atmosphérique; retournez la bouteille en tenant le doigt sur son orifice, et présentez-lui une bougie allumée : on ne voit plus descendre la flamme par degrés dans la bouteille; l'inflammation est subite et accompagnée d'une véritable explosion, avec le bruit semblable à celui d'un coup de pistolet.

Quatrième expérience.

Remplissez la même bouteille de gaz oxigène et de gaz hydrogène, de manière qu'il y ait les deux tiers de gaz hydrogène; allumez ensuite le mélange comme dans l'expérience précédente : l'inflammation est totale et instantanée, et la détonation très-violente; elle peut l'être au point de casser la bouteille, quoiqu'elle soit ouverte; aussi, pour éviter le danger de la rupture, doit-on prendre la précaution d'envelopper la bouteille d'un torchon qui en retiendroit les morceaux.

Ces phénomènes annoncent une action bien marquée du gaz hydrogène sur le gaz oxigène. Si le gaz hydrogène détonne par son mélange avec l'air atmosphérique à l'approche d'un corps enflammé, ce n'est jamais qu'à raison de la portion de gaz oxigène qu'il contient; aussi les détonations produites par le mélange du gaz hydrogène et de l'air atmosphérique, sont-elles beaucoup moins fortes que celles qu'on fait en mêlant du gaz oxigène pur avec le gaz hydrogène. Il résulte de l'eau de la combustion de ce

mélange, et c'est cette propriété qu'a le gaz hydrogène de former l'eau par sa combinaison avec l'oxigène, qui lui a mérité le nom de gaz hydrogène, c'est-à-dire, générateur de l'eau.

Cinquième expérience.

Dans un vase de métal *a g* (*fig.* 78 *pl.* 9), garni d'une tige recourbée, aussi de métal *b c d*, qui enfile un tuyau de verre *a* mastiqué dans le couvercle du vase, afin de l'isoler, faites passer deux parties de gaz hydrogène et une partie de gaz oxigène; bouchez bien le goulot *g* avec un bon bouchon de liége, et présentez à un conducteur électrisé la petite boule de métal *b*. Le mélange renfermé dans le vase s'enflamme; il se fait une vive explosion, et le bouchon est chassé avec assez de force pour blesser quelqu'un sur lequel il porteroit.

1°. Lorsqu'on présente à un corps électrisé la petite boule de métal *b*, il doit s'exciter une étincelle; 2°. il doit s'en exciter une autre entre la boule *d* et le bord du vase. C'est cette seconde étincelle qui enflamme le mélange, et c'est la combinaison des gaz qui le composent qui produit une forte détonation. On peut, avec l'instrument employé dans cette expérience, produire des effets très-surprenans. *Volta*, à qui nous en devons l'invention, adaptoit au goulot *g* de notre vase un petit canon chargé d'une balle; et le mélange, en détonnant, la chassoit avec assez de force pour percer, à la distance de vingt-cinq pas, une planche de chêne de 27 millimètres (1 pouce) d'épaisseur. Cet instrument porte le nom de *pistolet de Volta* (*Voyez* ce mot).

Les propriétés du gaz hydrogène établies par les expériences précédentes, ont fait imaginer à *Volta* un instrument appelé *eudiomètre*, qui sert à mesurer la pureté de l'air. (*Voyez* EUDIOMÈTRE).

1°. On a cherché à substituer le gaz hydrogène à des matières combustibles, dans des réchauds et dans des lampes. *Neret* a consigné dans le *Journal de Physique* (janvier 1777), la description d'un rechaud à gaz hydrogène. D'autres physiciens ont imaginé des lampes à gaz hydrogène, qu'on peut allumer la nuit par le moyen de l'étincelle électrique. En faisant cette épreuve, il faut prendre garde qu'il ne s'introduise dans la lampe de l'air atmosphérique, qui occasionneroit une forte détonation et la rupture du vaisseau.

2°. On a trouvé le moyen ingénieux d'en faire des feux d'artifice très-agréables, en en remplissant des vessies V garnies de robinets de cuivre R (*fig.* 79, *pl.* 9), et en en introduisant, à l'aide de ces vessies, dans des tubes cylindriques différemment contournés et percés d'un grand nombre de petites ouvertures. On presse ces vessies; le gaz hydrogène passe dans les tubes, sort par toutes les ouvertures qui y sont pratiquées, s'enflamme à l'approche d'une bougie allumée et produit ainsi des feux très-agréables, qu'on fait jaillir à une hauteur proportionnelle au degré de compression qu'on donne aux gaz contenus dans les vessies. *Diller*, démonstrateur de physique à la Haye, s'est surtout distingué en ce genre, par la variété des couleurs et des formes qu'il a données à ses feux d'artifice. Il a employé pour cet objet du gaz hydrogène, extrait de différentes substances. Le gaz hydrogène tiré du charbon de terre, pro-

Digitized by Google

duit la flamme blanche; la couleur bleue est produite par le mélange de partie égale d'air atmosphérique avec ce gaz; le gaz hydrogène pur fournit le rouge; et si l'on y mêle, en soufflant, du gaz expiré, il y ajoute une teinte de bleu.

Le gaz hydrogène est impropre à la respiration.

Sixième expérience.

Prenez une cloche de verre; remplissez-la de gaz hydrogène; plongez ensuite un oiseau ou un animal quelconque dans la cloche, que vous couvrez promptement pour empêcher l'évasion du fluide aériforme: on voit l'oiseau éprouver sur-le-champ des convulsions violentes et périr dans très-peu de temps.

Cette expérience prouve que le gaz hydrogène n'est pas favorable à la respiration. Gardons-nous d'en conclure que ce fluide aériforme est par lui-même un poison mortel pour l'homme et pour les animaux. *Scheele* a respiré plus de vingt fois du gaz hydrogène sans en être incommodé. *Fontana* n'a pu fournir que trois inspirations avec ce gaz; aussi a-t-il objecté aux chimistes suédois que le gaz hydrogène respiré par *Scheele* étoit mêlé d'air atmosphérique. L'intrépide *Pilatre de Rozier* répondit à cette objection par l'expérience suivante. Après avoir respiré une grande quantité de gaz hydrogène contenu dans une vessie, il mit dans sa bouche un tube pour chasser le fluide aériforme, qu'il enflammoit avec une bougie allumée, en sorte qu'il paroissoit vomir des flammes. Si ce gaz, disoit-il, étoit mêlé d'air atmosphérique, il détonneroit dans ma bouche. Il éprouva ce fâcheux accident une fois qu'il avoit respiré du gaz hydrogène très-pur, mêlé à un neuvième d'air atmosphérique.

Le gaz hydrogène n'est pas absorbé par l'eau dans les premiers instans: aussi conserve-t-on ce fluide aériforme sur l'eau, pour des expériences qu'on veut faire prochainement; mais si on l'y laisse séjourner, l'eau l'absorbe et l'altère si sensiblement, qu'on ne sauroit espérer de l'exactitude dans les résultats.

GAZ HYDROGÈNE CARBURÉ ou GAZ HYDROGÈNE CARBONÉ. C'est du gaz hydrogène qui tient en dissolution du carbone.

Si l'on expose une cloche pleine de gaz hydrogène et renfermant du charbon, à l'activité des rayons solaires, le charbon se dissipe, le gaz hydrogène diminue de volume, et l'on obtient du *gaz hydrogène carburé*.

C'est cette propriété qu'a le gaz hydrogène de dissoudre le charbon qui fait qu'on a du gaz hydrogène carburé toutes les fois que le gaz hydrogène se dégage de matières qui contiennent du carbone divisé: de là vient que les décompositions des substances végétales et animales, soit qu'elles se fassent rapidement par le moyen du feu, soit qu'elles s'opèrent lentement au fond des eaux stagnantes, font naître le dégagement de ce gaz.

D'après ce que nous venons de dire il est aisé de sentir, 1°. que le gaz hydrogène carburé est abondant dans la nature; 2°. qu'il y en a de différentes espèces suivant le plus ou moins de carbone que le gaz hydrogène tient en dissolution. Celui qui se dégage des eaux stagnantes, des latrines, des égouts, celui qui s'exhale des mines de charbon de terre, ceux que donne

la distillation des huiles et des matières végétales quelconques à différentes températures, etc., etc.; ces gaz inflammables sont du gaz hydrogène carburé, formant autant d'espèces différentes qu'il y a de proportions différentes dans les principes dont ils se composent.

Le gaz hydrogène carburé, quelle que soit son espèce, paroît jouir des propriétés suivantes :

1°. Il est plus pesant que le gaz hydrogène pur;

2°. Il a une odeur fétide d'autant plus grande qu'il tient plus de carbone en dissolution;

3°. Il éteint les corps enflammés;

4°. Il asphixie plus profondément les animaux que le gaz hydrogène pur;

5°. Il brûle avec moins d'activité que le gaz hydrogène pur;

6°. Sa flamme est rouge ou blanche suivant l'activité de la combustion;

7°. Il dépose souvent du carbone qu'il est aisé de reconnoître à la couleur.

On fait l'analyse exacte du gaz hydrogène carburé en le faisant brûler dans l'eudiomètre de *Volta*. Il donne toujours en brûlant plus ou moins de l'acide formé par l'oxigène et le carbone.

GAZ HYDROGÈNE OXI-CARBURÉ. Fluide aériforme qui se compose, suivant *Berthollet*, d'oxigène, de carbone et d'hydrogène, le tout fluidifié par le calorique. Quelques chimistes prétendent qu'il est composé exclusivement de carbone, et d'oxigène en quantité insuffisante pour lui donner l'acidité. De là vient qu'ils le nomment *gaz oxide de carbone*.

Il existe entre le gaz hydrogène carburé et le gaz hydrogène oxi-carburé des différences qui ne permettent pas de les confondre.

1°. Le gaz hydrogène oxi-carburé est beaucoup moins combustible;

2°. Il exige une quantité d'oxigène beaucoup moins grande;

3°. Il brûle avec une flamme bleue, quoique cette propriété ne doive pas être regardée comme constante;

4°. Il donne beaucoup moins d'eau dans sa combustion, et quelquefois il n'en donne pas d'apparente;

5°. Il a ordinairement une pesanteur spécifique plus grande.

Pour connoître la nature de ce fluide aériforme, il importe d'examiner avec soin les principales circonstances qui accompagnent sa formation.

Première expérience.

On fait détonner quatre mesures de gaz oléfiant (*voyez* GAZ OLÉFIANT) avec trois mesures de gaz oxigène, et au lieu d'avoir une condensation de volume, on observe, au contraire, une dilatation; les sept mesures occupent la place de onze, et il se fait sur l'eudiomètre un dépôt charbonneux. Si l'on soumet à la détonation ce nouveau gaz, avec une proportion convenable d'oxigène, son analyse fait voir qu'il est composé du carbone qui existoit dans une quantité correspondante du gaz primitif, abstraction faite de la petite portion qui a formé le dépôt charbonneux, de son hydrogène, excepté une très-petite partie qui a produit de l'eau, et de l'oxigène employé dans la première détonnation, moins la petite quantité qui est entrée dans la composition de l'eau.

Deuxième expérience.

Si l'on fait détonner quatre mesures de gaz hydrogène carburé provenant de la distillation d'une huile, et dans lequel le carbone est en beaucoup plus grande proportion, avec trois mesures de gaz oxigène, on observe une dilatation comme dans l'expérience précédente; mais ici il se forme un peu d'acide carbonique, tandis que la détonnation du gaz oléfiant a produit une petite quantité d'eau. La nature de l'air dilaté est néanmoins toujours la même, car l'analyse fait voir qu'il est composé d'oxigène, d'hydrogène et de carbone. *Cruickshank* avoit observé avant *Berthollet* cette dilatation, et décrit des effets peu différens.

Ces deux expériences concourent à prouver l'existence d'une espèce de gaz inflammable qui se compose d'oxigène, de carbone et d'hydrogène, et qui est conséquemment un véritable hydrogène oxi-carburé.

Ce gaz peut recevoir des proportions très-différentes de ses trois élémens; car l'analyse du gaz dilaté de la première expérience donne une différence considérable avec celle du second. Il en est donc, à cet égard, de l'hydrogène oxi-carburé comme du carburé, qui reçoit dans sa composition des proportions très-variables d'hydrogène et de carbone.

Il paroît encore d'après les expériences que nous avons décrites, que c'est le propre du gaz oxigène d'augmenter le volume de la combinaison gazeuse dont il fait partie. En vain voudroit-on attribuer cette propriété au carbone. Pour détruire cette prétention, il suffit de remarquer que le carbone a naturellement la plus grande fixité, tandis que le gaz oxigène a une grande disposition à l'état élastique. (*Voyez* pour de plus amples détails sur ce sujet la *Statique chimique de Berthollet*, deuxième partie, page 62 et les suivantes.)

GAZ HYDROGÈNE PHOSPHORÉ. C'est à *Gengembre* que nous devons la découverte du gaz hydrogène phosphoré. Pour l'obtenir, il mit de l'alcali fixe végétal, ou potasse caustique, en digestion sur du phosphore: au bout de quelques heures, il aperçut une multitude de bulles très-petites qui adhéroient à la surface du phosphore. Alors il exposa le tout à une chaleur de 35 à 40 dégrés, pour accélérer l'action de la potasse. A peine le phosphore fut-il fondu, qu'il se dégagea une quantité assez considérable d'un gaz particulier, qui exhaloit une odeur insupportable de poisson pourri et qui s'enflammoit de lui-même avec explosion, aussitôt qu'il avoit le contact de l'air atmosphérique. Ce gaz est le gaz hydrogène phosphoré. Les expériences suivantes serviront en même temps à montrer la manière la plus simple de l'obtenir, à établir ses propriétés chimiques et à fixer notre opinion sur la nature de ce gaz. Nous ne parlerons pas de ses qualités physiques; elles sont à peu près les mêmes que celles du gaz hydrogène pur; celle qui le distingue c'est sa pesanteur spécifique, qui est double de celle du gaz oxigène. *Gengembre* estime le poids du pouce cubique de ce gaz 42 milligrammes (0,8 de grain), c'est-à-dire, qu'un pied cubique pèseroit 78,694 grammes (1482 grains).

Première expérience.

On met dans une fiole à médecine,

de la potasse caustique ou pierre à cautère, dissoute dans une petite quantité d'eau avec moitié de son poids de phosphore. A l'orifice de la fiole on adapte l'extrémité d'un tube recourbé, dont l'autre extrémité plonge dans l'appareil hydropneumatique, et on soumet le mélange à la chaleur d'une bougie allumée.

Il se fait une légère effervescence. La potasse caustique prend une couleur plus foncée, et le gaz commence à passer d'abord avec l'odeur puante du poisson pourri et sans s'enflammer; mais bientôt après, chaque bulle qui s'échappe à travers le tube, s'élève au-dessus de l'eau et s'enflamme sur sa surface.

La potasse caustique agit sur le phosphore qu'il divise, tandis que le phosphore agit sur l'eau qu'il décompose. L'oxigène de l'eau s'unit à une partie du phosphore pour former de l'acide phosphorique, et le gaz hydrogène s'emparant des particules du phosphore divisé, s'échappe avec elles à travers le tube adapté à l'orifice de la fiole. L'extrémité du tube étant plongée dans l'eau, les bulles du gaz hydrogène phosphoré, qui sortent par l'orifice du tube, doivent, par leur légéreté, s'élever sur la surface de l'eau; elles se trouvent alors en contact avec l'air atmosphérique qui a la propriété d'enflammer le phosphore. Le phosphore enflammé communique l'inflammation au gaz hydrogène qui, dans cet état, produit la flamme et ces légères explosions qui se font entendre dans ces sortes d'expériences..... Les premières bulles qui s'échappent à travers le tube ne s'enflamment pas, quoiqu'elles aient le contact de l'air atmosphérique. Cela arrive probablement ainsi, parce qu'une partie de l'eau est décomposée avant que le phosphore soit assez divisé pour pouvoir être emporté par le gaz hydrogène qui résulte de cette décomposition. Les premières bulles qui s'échappent ne tiennent donc pas du phosphore en dissolution; c'est du gaz hydrogène pur, qui ne peut brûler, lors même qu'il est en contact avec l'air atmosphérique, qu'à l'approche d'un corps enflammé.

La propriété qu'a le gaz hydrogène phosphoré de s'enflammer lorsqu'il est en contact avec l'air atmosphérique, sans qu'on lui présente un corps en ignition, jette un grand jour sur plusieurs phénomènes, dont l'explication avoit échappé jusqu'ici à l'activité des physiciens. (*Voyez* Feu follet et Fontaines ardentes).

L'explication que nous avons donnée de cette dernière expérience, paroît supposer que le gaz hydrogène phosphoré n'est autre chose que du gaz hydrogène pur, qui tient dans un état de suspension du phosphore très-divisé. L'expérience suivante va dissiper tous les doutes qu'on pourroit élever sur cet objet.

Deuxième expérience.

Remplissez une cloche de gaz hydrogène pur; placez-la sur le mercure; introduisez du phosphore au fond de la cloche, sur le mercure; faites tomber ensuite au milieu de cette cloche les rayons du soleil réunis par un miroir ardent.

Le gaz hydrogène pur, renfermé dans la cloche, est bientôt changé en gaz hydrogène phosphoré, que le simple contact de l'air atmosphérique enflamme en excitant de légères explosions.

Qu'arrive-t-il dans cette expérience? Les rayons du soleil réunis par un miroir ardent exercent toute leur activité sur le phosphore renfermé dans la cloche. Le phosphore fortement échauffé se volatilise, et le gaz hydrogène s'empare des petites portions du phosphore divisé par le calorique. Les propriétés qu'acquiert le gaz hydrogène pur ne peuvent donc provenir que du phosphore qu'il tient dans un état de suspension : d'où il résulte que le gaz hydrogène phosphoré n'est autre chose que du gaz hydrogène pur qui tient en dissolution du phosphore.

La soude caustique présente absolument les mêmes phénomènes avec le phosphore que la pierre à cautère ou potasse caustique.

Le lait de chaux donne aussi du gaz phosphorique, par son mélange avec le phosphore, et il paroît que ce gaz, quoiqu'en plus petite quantité que dans l'opération où l'on avoit employé de la potasse, contient proportionnellement plus de matière inflammable d'elle-même.

Enfin, nous devons à *Pearson* un nouveau moyen d'obtenir du gaz hydrogène phosphoré. Ce moyen consiste à mêler du phosphore avec de la chaux vive. Ce mélange forme une poudre rougeâtre, qui a la propriété de décomposer l'eau : une partie du phosphore se combine avec l'oxigène et forme l'acide phosphorique, qui à son tour se combine avec la chaux pour former du phosphate de chaux; une autre portion du phosphore se combine avec l'hydrogène, forme du gaz hydrogène phosphoré qui se dégage de l'eau et s'enflamme au contact de l'air atmosphérique avec une sorte de décrépitation. Ce spectacle dure très-long-temps : une pincée de cette poudre suffit pour produire ce phénomène.

Troisième expérience.

Dans une cloche pleine de gaz hydrogène phosphoré et reposant sur le mercure, faites passer de l'air atmosphérique ou du gaz oxigène en petite quantité. A chaque bulle d'air atmosphérique qui va crever à la surface du mercure, le gaz hydrogène s'enflamme de lui-même; mais lorsqu'on y introduit du gaz oxigène, le gaz hydrogène phosphoré brûle avec beaucoup d'activité, en produisant une chaleur et une dilatation si considérables, que la cloche se brise si elle n'est pas d'un verre très-épais et si l'on fait le mélange dans des proportions trop grandes.

L'eau absorbe le gaz hydrogène phosphoré : à peine ces deux fluides sont-ils en contact, qu'il se forme un nuage blanc qui ne tarde pas à disparoître. Ce nuage a probablement pour cause la combustion d'une petite portion de ce gaz. Lorsqu'on met du phosphore dans un flacon qui n'est pas entièrement plein d'eau, si le phosphore vient à toucher l'air atmosphérique, il y a une petite combustion, et le flacon est subitement rempli d'un nuage blanc, qui se dissipe après la combustion. L'air atmosphérique contenu dans l'eau produit ici le même effet, par son contact avec une partie du gaz hydrogène phosphoré, que l'eau a absorbé : c'est ce qui donne naissance au nuage. On peut s'en assurer en faisant l'expérience avec de l'eau dépouillée, par l'ébullition, de l'air atmosphérique qu'elle peut contenir : le nuage ne paroît pas, et cependant il y a absorption du gaz hydrogène phosphoré.

Puisque l'eau absorbe le gaz hydrogène phosphoré, il faut, pour conserver ce fluide aériforme, le recueillir dans des cloches pleines de mercure. L'absorption de ce gaz, par l'eau, n'est pourtant pas assez prompte pour qu'on ne puisse se servir de l'appareil à l'eau lorsqu'on veut faire des expériences qui n'exigent aucune exactitude dans les résultats. Il m'arrive quelquefois de recevoir du gaz hydrogène phosphoré dans un tube plein d'eau, de 189 à 216 millimètres de hauteur (7 à 8 pouces) sur 27 millimètres (1 pouce) de diamètre. Lorsque le tube est rempli de gaz hydrogène phosphoré, je l'élève un peu au-dessus de l'eau pour le remettre subitement sur sa surface. Chaque fois que je répète cette opération, une flamme grande et vive paroît jaillir de la surface de l'eau vers l'atmosphère. J'ai fait cette expérience dans l'obscurité, et j'ai entendu plusieurs spectateurs s'écrier avec surprise que l'eau vomissoit des flammes. Après l'entière combustion du gaz hydrogène phosphoré, les parois du tube sont tapissées d'une matière jaunâtre, qui n'est autre chose que de l'acide phosphorique concret.

Le gaz hydrogène phosphoré est très-nuisible à la respiration; les animaux qu'on y plonge périssent sur-le-champ.

GAZ HYDROGÈNE SULFURÉ. Le gaz hydrogène sulfuré est connu depuis long-temps. *Meyer* avoit observé qu'en versant des acides sur les combinaisons du soufre avec les alcalis, il se dégageoit une vapeur très-puante et qui s'enflammoit à l'approche d'une bougie allumée. *Rouelle* le jeune fit la même observation. Ce fluide aériforme a fixé ensuite plus particulièrement l'attention de *Scheele*, qui l'a appelé air puant de soufre; mais c'est à *Bergman* que nous devons la connoissance des propriétés qui le caractérisent. Ce physicien lui a donné le nom d'air hépatique, parce qu'on le dégage ordinairement en versant un acide sur du foie de soufre ou hépar.

Le gaz hydrogène sulfuré a les mêmes propriétés physiques que le gaz hydrogène pur; sa pesanteur spécifique est cependant beaucoup plus considérable. Nous tracerons un tableau bien abrégé de ses propriétés chimiques, parce qu'il nous paroît inutile d'entrer dans un long détail des expériences qui concourent à les établir.

1°. Le gaz hydrogène sulfuré tue très-promptement les animaux qu'on y plonge.

2°. Il éteint subitement les bougies allumées.

3°. Si on fait passer du gaz hydrogène sulfuré dans une bouteille pleine d'eau de chaux qu'on y a délayée, ce gaz, d'après la découverte de *Bertholet*, absorbe la chaux, la sature à la manière d'un acide et lui donne la propriété de cristalliser en prismes. Le composé qui résulte de cette combinaison est un véritable hydro-sulfure calcaire très-dissoluble dans l'eau, sans couleur et d'une odeur forte et fétide à l'air; les acides le décomposent avec effervescence et en dégagent l'hydrogène sulfuré sous forme de gaz.

4°. Mêlé avec l'air atmosphérique ou avec le gaz oxigène, le gaz hydrogène sulfuré s'allume et détonne par l'étincelle électrique et par le contact des corps enflammés.

5°. Il brûle avec une flamme bleue rougeâtre; il dépose du soufre en bru-

lant sur les parois des vases qui le renferment.

6°. L'acide nitreux et l'acide sulfureux le décomposent, détruisent sa fluidité aériforme et en séparent le soufre.

7°. Il est absorbé par l'eau, qui en contracte une odeur très-fétide, et cette dissolution se décompose à l'air et par les mêmes acides que le gaz lui-même.

8°. Il précipite les dissolutions métalliques.

9°. Quelques métaux, et particulièrement l'argent et le mercure, en séparent le soufre; aussi ne peut-on le transvaser dans des cloches pleines de mercure sans en décomposer une grande partie.

Toutes ces propriétés du gaz hydrogène sulfuré annoncent déjà qu'il contient du soufre très-divisé. *Gengembre* est parvenu à démontrer que ce fluide aériforme n'est autre chose que du gaz hydrogène pur, tenant du soufre dans un état de dissolution. Pour établir cette vérité, il a mis du soufre dans des cloches pleines de gaz hydrogène pur, et en a opéré l'extrême division par le moyen du miroir ardent. Le gaz hydrogène pur a acquis par ce moyen toutes les propriétés du gaz hydrogène sulfuré: d'où il suit que cette substance aériforme est composée de gaz hydrogène pur et de soufre. C'est à la dissolution de ce dernier qu'elle doit les qualités qui lui sont propres. Le soufre, quelque divisé qu'il y soit, n'y brûle point en même temps que le gaz hydrogène; il se dépose en partie pendant la combustion de ce dernier. Ce phénomène tient à ce que le gaz hydrogène n'a pas besoin d'une température aussi élevée que le soufre pour s'allumer par le contact des corps enflammés.

Il existe dans des cavités souterraines des sulfures ou pyrites, avec une grande quantité d'eau. La décomposition naturelle de ces substances donne naissance au gaz hydrogène sulfuré, qui fait acquérir aux eaux des propriétés particulières. Ces eaux sont connues sous le nom d'eaux minérales sulfureuses.

Le gaz hydrogène sulfuré a plusieurs points d'analogie avec le gaz hydrogène phosphoré, et il ne diffère de ce dernier que par la nature du corps combustible tenu en suspension dans le gaz hydrogène. Le phosphore étant beaucoup plus combustible que le soufre, le contact de l'air atmosphérique suffit pour l'enflammer, et son inflammation se communique facilement au gaz hydrogène déjà échauffé par la combustion du phosphore. Dans le gaz hydrogène sulfuré au contraire, le gaz hydrogène ne s'allume que par la présence d'un corps en ignition, et le soufre qui n'y est point assez échauffé, s'en sépare sans brûler.

GAZ NITREUX ou OXIDE D'AZOTE. Fluide aériforme composé d'azote, et d'oxigène en quantité insuffisante pour lui donner l'acidité.

Première expérience.

Dans une fiole à médecine, mêlez de la limaille de cuivre ou de fer avec de l'acide nitrique; bouchez la fiole avec un bouchon de liège auquel est adapté un tube de verre dont l'extrémité recourbée plonge dans la cuve de l'appareil hydrargiro-pneumatique sous une cloche pleine de mercure. Exposez enfin le mélange renfermé dans la fiole à la chaleur douce et uni-

forme d'une bougie allumée. Il se fait dans l'instant, et avec une vive effervescence, un dégagement considérable de gaz nitreux qui s'élève par sa légèreté dans la partie supérieure de la cloche. Le métal se trouve réduit à l'état d'oxide.

Ce fluide aériforme, examiné avec soin, jouit des propriétés suivantes : il est invisible, élastique et a une pesanteur un peu moindre que celle de l'air atmosphérique.

Il est nuisible à la respiration. Les animaux y périssent même plus promptement que dans le gaz azote. Une portion du gaz oxigène aspiré sans cesse par les animaux, se combine probablement avec le gaz nitreux, pour former l'acide nitrique qui les tue promptement.

Il y a quelque chose de remarquable dans l'effet du gaz nitreux, sur les insectes qu'on y expose. Les grenouilles et les limaçons en supportent l'action pendant un temps considérable, quoiqu'ils y meurent enfin. *Priestley* a mis une grenouille dans le gaz nitreux ; elle s'est débattue pendant deux ou trois minutes, et s'est remuée de temps en temps pendant un quart-d'heure ; après ce terme, il l'a retirée, mais sans pouvoir la rappeler à la vie. Il n'en est pas ainsi des guêpes et des mouches qui périssent dans le gaz nitreux à l'instant qu'on les y plonge.

Le gaz nitreux n'est pas propre à alimenter la combustion. Un corps enflammé, une bougie allumée s'y éteignent subitement Cependant si l'on plonge dans une cloche pleine de gaz nitreux, un morceau de bois sec, long d'environ 270 à 297 millimètres (10 à 12 pouces), et allumé à une de ses extrémités, la flamme s'éteint subitement : mais la partie charbonneuse plongée jusqu'au fund de la cloche, au lieu de s'éteindre, brûle avec plus d'activité.

Il est probable que dans l'instant qu'on soulève la cloche de dessus l'eau, et qu'on la renverse pour y plonger la bougie, le gaz nitreux s'empare promptement de la partie oxigénée de l'air atmosphérique qui est en contact avec lui pour former une vapeur acide qui produit l'extinction de la bougie ou du morceau de bois enflammé. Si, après cet accident, l'extrémité charbonneuse du petit morceau de bois arrive au fond de la cloche, le gaz nitreux est encore assez pur ; de plus, ce fluide aériforme est composé d'oxigène qui tient très-foiblement au gaz azote qui lui sert de base. La partie charbonneuse du petit morceau de bois qui n'est pas encore éteinte, et qui, dans cet état, a une grande attraction pour l'oxigène, doit donc décomposer le gaz nitreux, s'emparer de l'oxigène et recevoir de ce principe l'aliment de la combustion. Cette explication suppose que le gaz azote et le gaz oxigène sont les élémens du gaz nitreux. Nous ne tarderons pas à convertir cette supposition en une vérité démontrée.

Le gaz nitreux est nuisible à la végétation ; les plantes y meurent bientôt après y avoir été exposées. Ce phénomène est dû probablement à ce que les plantes transpirent du gaz oxigène, qui, se combinant avec le gaz nitreux, forme une vapeur acide qui corrode les plantes.

C'est encore une propriété remarquable du gaz nitreux de préserver de la putréfaction les substances animales, et de rétablir celles qui sont déjà putréfiées. Le docteur *Priestley* en a fait la première observation. Il mit une

Digitized by Google

souris morte dans une cloche pleine de gaz nitreux, qu'il plaça près du feu pour rendre plus forte la tendance à la putréfaction; huit jours après il retira la souris, et il s'aperçut, à son grand étonnement, qu'elle n'avoit aucune odeur désagréable. Cette expérience le porta à en tenter une nouvelle; il prit deux souris, l'une nouvellement tuée et l'autre mollasse et pourrie; il les mit toutes deux dans une même cloche pleine de gaz nitreux, à la température ordinaire de l'atmosphère, dans les mois de juillet et août 1772. Vingt-cinq jours après, il retira les souris et les trouva parfaitement exemptes de puanteur, même en les découpant en plusieurs endroits. Celle qui avoit été mise dans l'air immédiatement après avoir été tuée, étoit tout à fait ferme; et la chair de l'autre, qui avoit été mollasse et pourrie, étoit toujours molle, mais elle n'avoit plus aucune odeur désagréable.

Le gaz nitreux est immiscible à l'eau dans le premier moment. Cependant si on le tient long-temps sur l'eau commune, il est peu à peu absorbé et diminué. J'ai exposé une certaine quantité de gaz nitreux à l'eau bien purgée d'air par l'ébullition, et j'ai trouvé que dans trois jours, il y en a eu environ dix-huit vingtièmes d'absorbés. L'eau qui a absorbé du gaz nitreux, le retient opiniâtrement et prend un goût acide; le goût acide de cette eau ne provient pas de ce qu'elle est imprégnée de gaz nitreux. Il a probablement pour cause la vapeur acide qui se forme toujours lorsque le gaz nitreux est en contact avec l'air atmosphérique. Nous avons pour garant de cette explication, les observations multipliées de *Guillaume Bewley*. Ce physicien a prouvé que le gaz nitreux ne donne à l'eau aucun goût acide sensible, s'il n'est en contact ou s'il n'est mêlé avec une portion d'air atmosphérique. On peut consulter à ce sujet sa lettre au docteur *Priestley*, insérée dans le tome II des Expériences et Observations de ce dernier sur différentes branches de physique, *Appendix*, n°. 9.

Le gaz nitreux n'est point acide et ne rougit point les couleurs bleues végétales.

La propriété la plus frappante du gaz nitreux, est la manière dont il se comporte dès qu'il est en contact avec l'air atmosphérique.

Seconde expérience.

Faites passer dans une cloche pleine de mercure et renversée sur la tablette de la cuve hydro-pneumatique, environ une partie de gaz nitreux et deux parties d'air atmosphérique. Les deux fluides se combinent avec promptitude, se diminuent prodigieusement. Il s'excite une chaleur vive; l'eau monte dans la cloche, absorbe toutes les vapeurs rouges qui résultent de la combinaison des deux fluides aériformes, et ces vapeurs rouges absorbées par l'eau, lui donnent tous les caractères de l'acide nitreux.

Les phénomènes que présente cette expérience, ont pour cause la grande attraction du gaz nitreux pour la base de la portion respirable de l'air atmosphérique. C'est, sans doute, en vertu de cette attraction, que le gaz nitreux s'empare de la partie oxigénée de l'air commun, pour former ces vapeurs rutilantes, qui ne sont autre chose que de l'acide nitreux. Cette assertion se change en une vérité démontrée, si l'on fait attention que ces phénomènes sont toujours plus rapides et plus mar-

qués, lorsque l'air atmosphérique a un plus grand degré de pureté. Il résulte des expériences multipliées de *Lavoisier*, que quatre parties de gaz oxigène suffisent pour saturer complétement sept parties et un tiers de gaz nitreux, tandis qu'il faut seize parties d'air atmosphérique, pour en saturer la même quantité.

Cette propriété qu'a l'air commun de produire différens effets, suivant sa pureté, par son mélange avec le gaz nitreux, a fait naître l'idée que le gaz nitreux pourroit servir de pierre de touche pour connoître la quantité de gaz oxigène que contient un air quelconque. Cette épreuve consiste à employer des quantités connues de ces deux gaz, et à observer celles qui sont nécessaires pour leur saturation complète : moins il faut d'air commun pour saturer le gaz nitreux, plus cet air est pur; plus au contraire on est obligé d'en employer, moins il a de pureté.

On peut apprécier avec plus de précision le degré de pureté ou d'impureté de l'air qu'on veut examiner, à l'aide d'un appareil qui a reçu le nom d'eudiomètre. (*Voyez* EUDIOMÈTRE.)

Pour connoître la nature du gaz nitreux, il importe de se rappeler que l'acide nitrique est composé d'azote et d'oxigène jusqu'à saturation. (*Voyez* ACIDE NITRIQUE.) Or, l'acide nitrique n'est autre chose que du gaz nitreux saturé d'oxigène; car si l'on porte dans l'acide nitrique du phosphore, du soufre, du carbone, un métal, du sucre, etc., etc., ces substances lui enlèvent une portion d'oxigène, et il se dégage du gaz nitreux, avec lequel il est aisé de reproduire l'acide en lui rendant du gaz oxigène; ou même individuellement l'oxigène qu'il avoit cédé, après qu'on l'a séparé de sa nouvelle combinaison; d'où il résulte que le gaz nitreux n'est qu'une combinaison d'azote avec moins d'oxigène qu'il n'en faut pour constituer l'acide nitrique, le tout uniformément par le calorique.

GAZ OLÉFIANT. Les chimistes hollandais ont donné ce nom au gaz hydrogène carburé, qu'on obtient en distillant quatre parties d'acide sulfurique et une d'alcool.

On a reconnu à ce gaz des propriétés qui l'ont fait désigner par le nom d'*oléfiant;* sa pesanteur spécifique combinée avec les produits de la détonnation, fait voir qu'il contient à peu près 1 grain 560 de carbone, et 0,520 d'hydrogène. Parmi les différentes espèces de gaz hydrogène carburé, c'est celui qui contient les plus grandes proportions de ses deux élémens.

Lorsqu'on presse ce gaz à travers un tube rougi, il se fait sur ce tube un dépôt charbonneux et d'un peu d'huile noire; et il passe dans le récipient une fumée charbonneuse; mais point d'acide carbonique : il éprouve dans cette opération une légère dilatation dans son volume, et l'on trouve qu'il n'est plus composé que de 0,572 de carbone, et de 0,312 d'hydrogène : de sorte qu'il a acquis une grande légèreté spécifique.

GAZ OXIGÈNE. Le gaz respirable qui forme à peu près le quart de l'air atmosphérique, appelé d'abord *air déphlogistiqué* par *Priestley*, *air de feu* par *Schéele*, *air vital* ou *air pur* par *Lametherie*, a reçu des chimistes modernes le nom de *gaz oxigène*. Nous adoptons cette dernière dénomination, et nous donnerons la raison de cette préférence lorsque nous étudierons la nature de ce gaz.

Digitized by Google

On s'étoit aperçu depuis long-temps du dégagement du gaz oxigène dans un grand nombre d'opérations chimiques ; mais on n'avoit jamais pensé à s'emparer de ce fluide aériforme pour en étudier la nature et les propriétés. C'est *Priestley* qui a l'honneur de cette découverte ; quoique, comme il le dit lui-même, il y ait été conduit, pour ainsi dire, par hasard, on lui doit néanmoins tout l'éclat qu'elle a répandu sur la physique.

On peut employer différentes substances pour obtenir du gaz oxigène. Le *précipité per se*, qui n'est autre chose que du mercure brûlé, à l'aide du feu, par l'absorption de la base de la partie respirable de l'air atmosphérique ; le précipité rouge, c'est-à-dire, du mercure brûlé par un des principes de l'acide nitrique qu'il décompose à l'aide du calorique ; une substance métallique, appelée manganèse, qu'on arrose d'un peu d'acide sulfurique, etc., en fournissent une plus ou moins grande quantité.

Les feuilles des plantes exposées dans l'eau au contact des rayons solaires, exhalent aussi du gaz oxigène très-pur : celui qu'on retire des autres substances, si l'on en excepte le manganèse et le précipité *per se*, est toujours mêlé d'un gaz méphitique qui altère sa pureté ; aussi emploie-t-on de préférence le manganèse pour obtenir du gaz oxigène.

Première expérience.

On met dans une fiole à médecine 60 à 70 grammes (2 ou 3 onces) de manganèse en poudre. On verse dessus de l'acide sulfurique affoibli, en suffisante quantité pour former une pâte liquide ; on adapte ensuite à l'ouverture de la fiole un bouchon de liège percé dans son milieu et enfilé par un tube creux et recourbé, dont une extrémité plonge dans la fiole, tandis que l'autre va s'ouvrir sous l'excavation de la tablette de l'appareil pneumato-chimique. A la place de la fiole on peut substituer un flacon a bec recourbé. Ce second appareil est plus simple, mais il est plus coûteux, et dans ces sortes d'opérations, il n'est pas aisé d'éviter le danger de la cassure. Tout étant ainsi disposé, on soumet le mélange contenu dans la fiole ou dans le flacon à la chaleur douce d'une bougie allumée. Il y a chaleur, effervescence et dégagement du gaz oxigène qui va prendre la place de l'eau que renferme la cloche destinée à le recevoir.

Le manganèse d'où l'on extrait le gaz oxigène, ne contient pas en entier ce fluide aériforme. Il se trouve seulement combiné avec la base de ce gaz. De plus cette base, l'oxigène, a moins d'attraction pour la substance métallique que celle-ci n'en a pour l'acide sulfurique. L'acide doit donc s'unir au métal et son calorique se porter sur l'oxigène que le métal abandonne, fondre cet oxigène et lui donner la fluidité aériforme.

Le gaz oxigène a des propriétés physiques et des propriétés chimiques. Considéré sous le premier rapport, il est invisible, inodore, élastique ; il est pesant, et sa pesanteur spécifique est plus grande que celle de l'air atmosphérique. Le rapport de la première à la seconde est celui de 765 à 720.

Le gaz oxigène est très-propre à la combustion.

Seconde expérience.

Prenez un morceau de fil de fer de

324 millimètres (1 pied) de longueur, recourbé par en bas pour y implanter un morceau de bougie, et tourné sur lui-même vers le haut, pour qu'on puisse le tenir commodément à la main ; allumez cette bougie et plongez-la dans un tube rempli de gaz oxigène. Au moment même de l'immersion, la flamme de la bougie s'agrandit, et la flamme qu'elle répand a tant de force et de vivacité, que l'œil a de la peine d'en soutenir l'éclat. La chaleur produite a aussi beaucoup d'activité.

L'expérience a le même succès si l'on plonge dans le tube rempli de gaz oxigène un charbon embrasé ; les physiciens se sont étudiés à la présenter sous différentes formes, et nous devons au docteur *Ingenhouz* de l'avoir rendue de la manière qui suit, plus agréable et plus frappante.

Troisième expérience.

On prend un bout de fil de fer très-fin tourné en spirale ; on fixe l'une de ses extrémités dans un bouchon de liége destiné à boucher la bouteille ; on attache à l'autre extrémité de ce fil de fer un petit morceau d'amadou. On remplit ensuite de gaz oxigène la bouteille, on allume l'amadou et on l'introduit, ainsi que le fil de fer, dans la bouteille qu'on bouche promptement. L'amadou commence aussitôt à brûler avec beaucoup d'éclat ; il communique l'inflammation au fer, qui brûle lui-même en répandant de brillantes étincelles qui tombent au fond de la bouteille en globules arrondis. Le fer ainsi brûlé est plus cassant que le verre ; il se réduit facilement en poudre et est encore un peu attirable à l'aimant.

Lorsqu'on plonge une bougie allumée ou un corps quelconque en ignition dans un tube rempli de gaz oxigène, on présente à ce fluide aériforme une substance qui a plus d'affinité avec sa base que cette base n'en a avec le calorique. L'oxigène doit donc abandonner le calorique, perdre sa fluidité aériforme et s'unir au corps ignescent. Le calorique jouissant de sa liberté, s'échappe promptement et donne naissance à la chaleur et à la flamme éclatante qui se manifestent dans ces sortes d'expériences. Nous n'examinerons pas ici ce que devient le corps ignescent, uni à l'oxigène, pour ne pas anticiper sur des connoissances que l'ordre des choses ne tardera pas à amener.

Puisque le gaz oxigène est très-propre à la combustion, on peut le faire servir à donner au feu un grand degré d'activité. J'ai fait plusieurs fois cette épreuve, en remplissant une vessie de ce gaz et en le dirigeant, à la faveur d'un petit tube de verre, sur des charbons embrasés. Lorsqu'on fait ces expériences en grand, on vient à bout de mettre en fusion les matières les plus réfractaires, telles que le fer, le platine, le cristal de roche, le diamant, etc. Les travaux de *Lavoisier* et d'*Achard* justifient cette assertion.

Le gaz oxigène a beaucoup plus de salubrité que l'air atmosphérique.

Quatrième expérience.

Prenez deux oiseaux de la même espèce, qui aient à peu près le même âge et la même vigueur : exposez l'un de ces oiseaux sous une cloche contenant deux mesures de gaz oxigène ; l'autre doit être placé en même temps

Digitized by Google

sous une autre cloche pleine d'air commun, qui ait la même capacité que la première. L'oiseau placé dans la première cloche vit environ trois quarts-d'heure, et lorsqu'on l'en retire, l'air est encore assez pur, tandis que l'oiseau placé sous la seconde cloche ne vit que pendant un quart-d'heure, et après ce terme, l'air a perdu toute sa salubrité.

L'air atmosphérique n'est propre à la respiration qu'en vertu du gaz oxigène qui entre pour un quart dans sa composition : d'où il suit que l'air respirable contenu dans la cloche remplie d'air commun, est à l'air respirable renfermé dans la cloche pleine de gaz oxigène, environ comme 1 est à 3. L'oiseau exposé sous la cloche remplie de gaz oxigène, trouve donc un aliment de la vie trois fois plus considérable que celui qui est offert à l'oiseau placé dans la cloche pleine d'air atmosphérique : d'où il résulte que l'oiseau exposé sous la cloche remplie de gaz oxigène, doit vivre trois fois plus de temps que celui qui est placé sous la cloche pleine d'air commun.

1°. Le gaz oxigène étant très-propre à la respiration, on peut l'employer avec avantage dans les maladies de poitrine, causées par un engorgement d'humeurs. Nous prouverons, en expliquant les phénomènes de la respiration et de la chaleur animale, que le gaz oxigène se décompose dans l'acte de la respiration, et que le calorique, un des élémens de ce fluide aériforme, passe en grande partie dans le sang qui parcourt les poumons et se répand avec lui dans tous les organes : le sang recevra donc, par la respiration du gaz oxigène pur, une plus grande dose de calorique que par la respiration de l'air atmosphérique ; et conséquemment le gaz oxigène respiré dans toute sa pureté pourra détruire le germe des maladies de poitrine, causées par un engorgement d'humeurs, qui annonce toujours l'insuffisance du calorique fourni par l'air commun, pour leur donner une fluidité convenable. Ce remède seroit vraisemblablement nuisible dans les maladies inflammatoires : la grande quantité de calorique que fourniroit au sang le gaz oxigène pur, ne pourroit servir qu'à donner à l'inflammation un nouveau degré d'activité.

2°. Il est aisé de déduire de ces expériences que le gaz oxigène, quelqu'utile qu'il puisse être comme remède, ne nous conviendroit pas dans l'état de santé ; car, puisqu'un corps en ignition se consume beaucoup plus promptement dans le gaz oxigène que dans l'air commun, nous vivrions aussi, pour ainsi dire *trop vite*, dans une atmosphère de ce gaz ; nos forces vitales seroient probablement bientôt épuisées, et conséquemment nous perdrions en temps ce que nous gagnerions du côté de la vigueur et de la force.

3°. Le gaz oxigène qui, comme nous le verrons dans la suite, est le seul fluide aériforme propre à la respiration, ne forme que le quart de l'atmosphère qui environne notre planète : gardons-nous d'en conclure que l'atmosphère doit bientôt perdre toute sa salubrité. La nature, toujours attentive à nos besoins, lui a ménagé les moyens de réparer ses pertes. Les insectes et les plantes exposés au contact des rayons solaires, aspirent l'air méphitique et transpirent du gaz oxigène. L'eau est composée des bases de deux fluides aériformes, dont l'un est le gaz oxigène ; elle se décompose dans l'acte de la végétation, et l'atmosphère trouvu

dans cette décomposition de quoi se dédommager abondamment des sacrifices qu'elle fait en faveur des animaux.

4°. L'air d'une salle qui renferme un grand nombre de personnes et beaucoup de bougies allumées, doit devenir, après un certain temps, impropre à la combustion et à la respiration. On obvie à cet inconvénient, en ménageant à l'air extérieur des issues à la faveur desquelles il s'introduit dans la salle, porte aux bougies allumées l'aliment nécessaire à la combustion, et fournit aux personnes que la salle renferme, les moyens de respirer avec facilité. On doit prendre de semblables précautions dans les chambres des malades; l'air qu'elles renferment est bientôt vicié, non seulement par l'absorption du gaz oxigène, mais encore par la grande quantité des vapeurs méphitiques auxquelles la transpiration abondante des malades ne cesse de donner naissance. Il faut donc renouveler cette atmosphère pour lui donner le degré de salubrité qui lui convient. Ce n'est pas qu'il faille ouvrir les fenêtres et les portes d'une chambre de malade sans aucune précaution. Il est des circonstances où le renouvellement de l'air doit être fait avec beaucoup de ménagement et de réserve; mais il n'en est pas moins vrai qu'on doit le faire, et qu'un grand nombre de personnes ont été les victimes du funeste et antique préjugé, qu'il faut rendre un malade, pour ainsi dire, inaccessible à l'air extérieur.

Il nous reste à étudier la nature du gaz oxigène. Pour y réussir, il importe d'observer que tout fluide aériforme est composé d'une base et de calorique; et que, conséquemment, nos recherches doivent aboutir à connoître la substance qui sert de base au gaz oxigène. Toutes les matières combustibles pourroient nous servir de moyen pour parvenir à cette connoissance; mais nous emploierons de préférence le phosphore, qui jouit éminemment de la propriété d'enlever au calorique la substance qui lui est unie pour former le gaz oxigène.

Cinquième expérience.

Prenez une cloche de cristal A de 6 à 7 litres de capacité (*fig* 80, *pl.* 9); remplissez-la de gaz oxigène sur de l'eau; transportez-la ensuite sur le bain de mercure, au moyen d'une capsule de verre que vous passerez par-dessous; séchez la surface du mercure avec du papier gris, tant dans l'intérieur qu'à l'extérieur de la cloche, et introduisez sous la cloche une capsule D contenant du phosphore. Tout étant ainsi disposé, élevez le mercure dans la cloche à la hauteur EF, en suçant avec un syphon de verre GHI (même fig.) qu'on introduit par-dessous la cloche. Pour qu'il ne se remplisse pas en passant à travers le mercure, tortillez à son extrémité un petit morceau de papier, puis avec un fer recourbé rougi au feu, allumez le phosphore. Sa combustion est extrêmement rapide, accompagnée d'une grande flamme et de beaucoup de chaleur. Dans le premier instant de la combustion, il se fait une dilatation considérable du gaz oxigène, occasionnée par la chaleur; mais bientôt après, le mercure remonte au-dessus de son niveau, et il y a une absorption considérable. A mesure que la combustion s'opère, l'intérieur de la cloche se tapisse de flocons blancs, légers, qui ne sont autre chose que de l'acide phosphorique concret.

Cette expérience prouve qu'à un

certain degré de température, la base du gaz oxigène a plus d'attraction pour le phosphore que pour le calorique; que conséquemment le phosphore décompose le gaz oxigène, qu'il s'emparo de sa base, et qu'alors le calorique devenu libre, s'échappe et se dissipe en se répartissant dans les corps environnans. Si ces assertions paroissent équivoques, qu'on fasse attention au résidu du gaz oxigène après la combustion du phosphore. Lorsque le gaz oxigène est pur, le résidu, après la combustion, reste également pur, ce qui fait voir clairement qu'il ne s'échappe rien du phosphore qui puisse altérer la pureté de l'air, et qu'il n'agit qu'en enlevant au calorique la base du gaz oxigène qui lui étoit unie.

Mais pour connoître quelle est la substance qui sert de base au gaz oxigène, examinons ce que devient le phosphore après la combustion. Il s'est converti en une matière blanche floconneuse, très-légère, et cette conversion lui a fait acquérir des propriétés toutes nouvelles. D'insoluble qu'il étoit dans l'eau, non seulement il est devenu soluble; mais il attire encore avec avidité l'eau contenue dans l'atmosphère. Avant la combustion, le phosphore n'avoit presque aucun goût; par son union avec la base du gaz oxigène, il prend un goût extrêmement aigre et piquant. Enfin, de la classe des combustibles, il passe subitement dans celle des substances incombustibles.

La combustion du phosphore réussit également dans l'air atmosphérique, avec les deux différences seulement, 1°. que la combustion est beaucoup moins rapide, parce qu'elle est rallentie par la grande quantité du gaz méphitique qui entre comme élément dans la composition de l'air atmosphérique; 2°. que le cinquième de l'air, tout au plus, est seulement absorbé, parce que cette absorption se faisant toute aux dépens du gaz oxigène, la proportion du gaz méphitique devient telle vers la fin de l'opération, que la combustion ne peut plus avoir lieu.

Ce que nous avons dit du phosphore, nous pouvons le dire du soufre, du charbon, etc. Un corps combustible quelconque qu'on fait brûler dans le gaz oxigène, se convertit en acide, et cette transformation ne se fait que parce que le corps combustible s'empare de la base du gaz oxigène, pour laquelle à une certaine température, il a plus d'attraction que cette base n'en a pour le calorique. Cette base jouit donc du privilége de rendre acides les substances qui lui sont combinées, et cette propriété justifie en même temps le nom d'oxigène qu'on a donné à cette base, et celui de gaz oxigène que porte cette base fondue par le calorique.

Toutes les substances combustibles qui, sans être acides, se trouvent combinées avec l'oxigène, portent le nom d'*oxide*. Un oxide n'est donc autre chose qu'une substance résultant de la combinaison d'une base avec une quantité d'oxigène insuffisante pour lui donner l'acidité. Telles sont les substances métalliques qui, à une certaine température, se calcinent ou s'oxident par l'absorption de l'oxigène. (*Voyez* Oxide.)

Ce que nous avons dit jusqu'ici, nous éclaire en même temps sur la nature du gaz oxigène et sur celle de plusieurs acides. Tous ne sont pas encore parfaitement connus. On a cependant lieu de croire, que la plupart sont formés par la combinaison de l'oxigène avec une substance combustible. Cette sub-

stance est simple dans les acides minéraux; elle est composée dans les acides végétaux et animaux. Ceux-ci résultent de la combinaison de l'oxigène avec une base au moins double, quelquefois triple.

Le gaz oxigène joue un rôle important dans un grand nombre de phénomènes remarquables, tels que la combustion, la respiration, la végétation. (*Voyez* ces différens articles.)

GAZOMÈTRE. Instrument qui sert à mesurer le volume des gaz.

Celui dont *Lavoisier* a eu la première idée et dont il a donné la description dans ses *Elémens de Chimie*, 1er vol., p. 347, est trop compliqué et trop cher pour qu'on puisse l'employer habituellement; il s'en faut même qu'on puisse l'appliquer dans toutes les circonstances : il faut pour une multitude d'expériences, des moyens plus simples et qui soient, pour ainsi dire, à la portée de tout le monde. Je me bornerai à décrire le gazomètre dont on se sert dans le cours ordinaire des expériences.

Supposons qu'on a dans une cloche qui repose sur la tablette de la cuve pneumato-chimique ou hydrargiropneumatique, un résidu de gaz qui n'est absorbable ni par l'alcali ni par l'eau, et dont on veut connoître le volume. On commence par marquer avec exactitude, à la faveur de bandes de papier, la hauteur de l'eau ou du mercure. On doit ensuite, si c'est sur du mercure qu'on opère, faire passer sous la cloche, de l'eau pour déplacer le mercure. Lorsque tout le mercure est ainsi déplacé, on verse de l'eau sur la cuve, de manière que le mercure en soit couvert de 27 millimètres (1 pouce); on passe un vase très-plat sous la cloche, et on l'enlève pour la transporter sur une cuve à eau; alors on transvase le gaz dans une cloche qui a été graduée, et on juge de sa quantité par les graduations de la cloche.

A cette manière de déterminer le volume du gaz on peut en substituer une autre qu'on emploie souvent comme moyen de vérification. Le gaz une fois transvasé, on retourne la cloche qui le contenoit et on y verse de l'eau jusqu'aux bandes de papier qui marquoient la hauteur de l'eau ou du mercure; on pèse cette eau, et de son poids ou en conclut le volume, d'après cette donnée qu'un pied cube d'eau pèse 70 livres (environ 35 kilogrammes).

Il ne suffit pas de pouvoir déterminer le volume d'un gaz, il importe aussi de connoître la manière de séparer les unes des autres les différentes espèces de gaz. Voici le moyen qu'on peut employer pour effectuer cette séparation.

Je suppose qu'on ait sous une cloche une quantité de différens gaz mêlés ensemble et contenus par du mercure: on commence par marquer exactement avec des bandes de papier la hauteur du mercure; on fait ensuite passer sous la cloche une très-petite quantité d'eau, d'un pouce cubique, par exemple : si le mélange du gaz contient du gaz acide muriatique ou du gaz acide sulfureux, il y aura sur-le-champ une absorption très-considérable, parce que c'est une propriété de ces gaz d'être absorbés en grande quantité par l'eau, surtout le gaz acide muriatique. Si l'eau qui a été introduite ne produit qu'une très-légère absorption et à peine égale à son volume, on en conclura que le mélange ne contient ni gaz acide muriatique, ni gaz acide sulfureux, ni même de gaz am-

moniac ; mais alors on commencera à soupçonner qu'il est mélangé de gaz acide carbonique, parce qu'en effet l'eau n'absorbe de ce gaz qu'un volume égal au sien. Pour vérifier ce soupçon, on introduira sous la cloche de la potasse caustique en liqueur : s'il y a du gaz acide carbonique, on observera une absorption lente et qui durera plusieurs heures; l'acide carbonique se combinera avec la potasse caustique, et ce qui restera ensuite n'en contiendra pas sensiblement.

Il importe de coller, à la suite de chaque expérience, des marques de papier sur la cloche, à l'endroit où répondra la surface du mercure, et de les vernir dès qu'elles seront sèches, afin qu'on puisse plonger la cloche dans l'eau sans crainte de les décoller. Il faut aussi tenir note de la différence de niveau entre le mercure de la cloche et celui de la cuve, ainsi que de la hauteur du baromètre et du degré du thermomètre.

Lorsqu'on aura ainsi absorbé par l'eau et par la potasse caustique tous les gaz qui en sont susceptibles, on fera passer de l'eau sous la cloche pour en déplacer tout le mercure; on couvrira le mercure de la cuve d'environ 54 millimètres (2 pouces) d'eau; puis passant par-dessous la cloche une assiette plate, on la transportera sur la cuve pneumato-chimique. Là on déterminera la quantité de gaz restant, en la faisant passer dans une cloche graduée. Cela fait, on en prendra différens essais dans de petites jarres, et par des expériences préliminaires on cherchera à reconnoître quels sont à peu près les gaz auxquels on a affaire. On introduira, par exemple, dans une des petites jarres remplies de ce gaz une bougie allumée. Si la bougie ne s'éteint pas, on en conclura qu'il contient du gaz oxigène; et même, suivant que la flamme de la bougie sera plus ou moins éclatante, on pourra juger s'il en contient plus ou moins que l'air de l'atmosphère; si au contraire la bougie s'y éteint, on sera fondé à présumer que ce résidu est, pour la plus grande partie, du gaz azote. Si à l'approche de la bougie le gaz s'enflamme et brûle paisiblement à la surface avec une flamme de couleur blanche ou rouge, on en conclura que c'est du gaz hydrogène pur ou du gaz hydrogène carburé; si elle est bleue, on aura lieu de soupçonner que c'est du gaz hydrogène-oxi-carburé. Enfin, s'il brûle avec bruit et détonnation, c'est un mélange de gaz oxigène et de gaz hydrogène.

On peut encore mêler une portion du même gaz avec du gaz oxigène. S'il y a vapeurs rutilantes et absorption, on en conclura qu'il contient du gaz nitreux.

Les opérations que je viens d'indiquer donnent une idée de la qualité du gaz et de la nature du mélange; mais elles ne suffisent pas pour déterminer les proportions et les quantités : il faut alors employer le secours de l'analyse. Voici à peu près dans quel sens il importe de diriger ses efforts. Je suppose que l'on ait reconnu que le résidu sur lequel on opère soit un mélange de gaz azote et de gaz oxigène : pour en connoître la proportion, on en fait passer une quantité déterminée, cent parties, par exemple, dans un tube gradué de 10 à 12 lignes de diamètre; on y introduit du sulfure de potasse dissous dans l'eau, et on laisse le gaz en contact avec cette liqueur; elle absorbe tout le gaz oxigène, et au bout de

quelques jours il ne reste que du gaz azote.

Si au contraire on a reconnu qu'on avoit affaire à du gaz hydrogène, on en fait passer une quantité déterminée dans un eudiomètre de *Volta*; on y joint une première portion de gaz oxigène, qu'on fait détonner avec lui par l'étincelle électrique; on y ajoute une seconde portion du même gaz oxigène, on fait détonner de nouveau, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait obtenu la plus grande diminution possible de volume. Il se forme de l'eau qui est absorbée sur-le-champ; mais si le gaz hydrogène contenoit du carbone, il se forme en même temps de l'acide carbonique, qui ne s'absorbe pas aussi promptement, et dont on peut reconnoître la quantité en facilitant son absorption par l'agitation dans l'eau.

Enfin, si on a du gaz nitreux, on peut encore en déterminer la quantité, du moins à peu près, par une addition de gaz oxigène et d'après la diminution du volume qui en résulte.

GELÉE. Acte par lequel l'eau et les liquides aqueux passent de l'état de liquidité à celui de glace. (*Voyez* GLACE).

Lorsque l'air en contact avec l'eau, a assez d'attraction pour le calorique pour lui enlever une grande quantité de ce fluide, elle se gèle naturellement, c'est-à-dire, qu'elle se convertit en un corps solide qu'on nomme *glace*, et l'opération de la nature qui fait naître cette transformation, s'appelle *gelée*.

Le commencement de la gelée exige dans l'air environnant un degré de froid qui est marqué par le zéro du thermomètre de *Réaumur*, par le 32e degré du thermomètre de *Farenheit*, par le 150e de celui de *Delisle*, et par 51 pouces 6 lignes du thermomètre à air d'*Amontons*. Il ne gèle point avant que la liqueur du thermomètre ne soit descendue à l'un ou l'autre de ces degrés, suivant l'espèce de thermomètre dont on fait usage. Lorsqu'elle y est parvenue, la glace paroît, à moins que quelque circonstance, telle, par exemple, que l'agitation du liquide n'empêche sa formation. Si le froid augmente, la gelée augmente aussi, et alors des liquides qui résistent au degré de froid qui fait geler l'eau, perdent leur liquidité. Il gèle dans l'intérieur des maisons et même dans les chambres bien fermées; les fleuves, dont le courant est très-rapide, cèdent même à l'impression d'un froid rigoureux; il n'est pas rare de les voir se geler en partie ou même entièrement, si leur profondeur n'est pas très-considérable.

La gelée augmente avec le refroidissement de l'air, et dans nos contrées boréales, ce refroidissement se manifeste d'ordinaire par les vents du nord. Ne soyons donc point surpris que ces mêmes vents nous amènent les gelées: dans les régions australes, les vents du sud doivent produire le même effet.

Le vent du nord est ordinairement sec; et puisque c'est lui qui nous amène les fortes gelées, elles doivent être accompagnées d'une sécheresse d'autant plus grande, que les gelées sont plus fortes.

La gelée a une funeste influence sur la végétation, dont toujours elle retarde les progrès. Presque tous les végétaux tombent, pendant les fortes gelées, dans un état de langueur et de dépérissement, et ce n'est qu'au dégel

qu'on leur voit reprendre leur fraîcheur et leur force.

La gelée fait durcir les fruits ; leur partie acqueuse se change en petits glaçons qui occupent toujours plus d'espace que l'eau qui a servi à les former, et cet accroissement de volume détermine la rupture des petits vaisseaux qui les renferment (*voyez* GLACE et CONGÉLATION) ; de là vient que les fruits perdent ordinairement leur saveur par la gelée, et qu'au moment où le dégel arrive, ils tombent, pour ainsi dire, en pourriture : aussi les caves, dont la température est constante et toujours supérieure à celle qui détermine la gelée, sont-elles les lieux les plus propres à conserver les fruits pendant les rigueurs de l'hiver.

La gelée n'a jamais une influence plus funeste sur les végétaux que lorsqu'elle est précédée par un dégel ou par des pluies abondantes : alors toutes les parties des plantes sont imbibées d'eau, qui, venant à se glacer dans les petits tuyaux qui la contiennent, écarte les fibres végétales avec une violence qui nécessite leur rupture : de là vient sans doute qu'on voit si souvent les arbres périr pendant des hivers rigoureux. Les vieux résistent beaucoup moins que les jeunes, parce que leurs fibres, moins flexibles, se plient plus difficilement à l'effort de l'eau qui se dilate.

GELÉE BLANCHE. On a donné ce nom à cette multitude de petits glaçons qui paroissent le matin, vers la fin de l'automne et au commencement du printemps, sur les toits des édifices, etc. ; ils s'y montrent sous la forme d'une couche dont la blancheur égale presque celle de la neige.

La gelée blanche tient la place de la rosée, qui mouille en d'autres temps la plupart des corps terrestres : la différence qui existe entre ces deux météores vient de ce qu'il faut plus de froid pour la formation de la gelée blanche que pour la production de la rosée ; en un mot, la gelée blanche n'est que de la rosée congelée.

Il ne faut pourtant pas croire que le degré de froid qui détermine la congélation, soit nécessaire à la production de la gelée blanche : ce qui fait geler ces petites gouttes de rosée qui forment la gelée blanche, est surtout le refroidissement occasionné par l'évaporation, augmentée par la chaleur qui se ranime dans l'air, du moment que le soleil se montre sur l'horizon. Il arrive souvent que la rosée, qui n'est encore que rosée avant que le soleil se lève, devient de la gelée blanche au moment de l'apparition de cet astre ; et si alors le soleil brille de tout son éclat, l'évaporation est plus grande, le refroidissement plus considérable, et la gelée blanche qu'il fait naître a sur les plantes et les fruits une influence plus funeste.

Les corps auxquels la rosée n'adhère point ne sont jamais couverts de gelée blanche : on n'en voit jamais sur les métaux polis ; et ce n'est pas le poli qui en empêche, car elle est fort abondante sur le verre et la porcelaine qui se trouvent exposés à la rosée.

GÉMEAUX. C'est le nom du troisième signe du zodiaque, dans lequel le soleil nous paroît entrer le 20 ou 21 mai de chaque année. Lorsque, dans son mouvement apparent, cet astre arrive au dernier point de ce signe, le printemps finit pour les habitans de

l'hémisphère boréal, et ceux qui habitent l'hémisphère austral touchent au terme de l'automne. Cette constellation renferme trente-quatre étoiles remarquables, savoir, trois de la seconde grandeur, quatre de la troisième, sept de la quatrième, neuf de la cinquième et onze de la sixième.

Il y a à la tête de chacun des gémeaux une étoile de la seconde grandeur, dont l'une est connue sous le nom de *Castor* et l'autre sous celui de *Pollux*; celle qui est à la tête du gémeau occidental se nomme Castor, et l'on appelle Pollux celle qui est à la tête du gémeau oriental. On donne encore les noms de Castor et Pollux aux gémeaux eux-mêmes: ils portent aussi quelquefois le nom d'Apollon et Hercule.

GÉOCENTRIQUE. C'est le nom que les astronomes ont donné au lieu d'une planète vue de la terre: ainsi le lieu géocentrique d'une planète est le point du ciel auquel l'observateur terrestre la rapporte. Le point de l'écliptique auquel on rapporte le centre d'une planète vue de la terre, est ce qu'on appelle longitude géocentrique de la planète, et l'angle sous lequel on voit de la terre la distance perpendiculaire du centre de la planète à l'écliptique, est la latitude géocentrique de cette planète. (*Voyez* les mots LONGITUDE GÉOCENTRIQUE et LATITUDE GÉOCENTRIQUE).

GÉOCENTRIQUE (Latitude). *Voyez* LATITUDE GÉOCENTRIQUE.

GÉOCENTRIQUE (Longitude). *Voyez* LONGITUDE GÉOCENTRIQUE.

GIRAFFE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie boréale du ciel, qui est située au voisinage du pole boréal, entre Céphée, Cassiopée, Persée, le Cocher et la grande et la petite Ourse. C'est une des onze nouvelles constellations qu'Augustin *Royer* a ajoutées aux anciennes et sous lesquelles il a rangé les étoiles qui étoient demeurées informes. Cette constellation a été donnée depuis par *Hévélius*, sous le nom de *Camelopard*. (*Voyez* CAMELOPARD).

GIVRE ou FRIMAS. C'est une espèce de gelée blanche qui, dans certaines circonstances, se dépose sur les corps placés à la surface de la terre. (*Voyez* GELÉE BLANCHE).

Le givre diffère de la gelée blanche 1°. en ce que celle-ci a lieu presque toujours dans un air tranquille, et que la cristallisation s'effectue sur les corps, tandis que le givre se forme dans un air agité et dont les brouillards troublent la transparence. Au moment de la formation du givre, l'air contient non seulement des molécules aqueuses en suspension, mais encore de petits cristaux tout formés qui flottent dans l'atmosphère jusqu'à ce qu'ils rencontrent un corps qui les fixe; de là vient que le givre s'attache aux arbres, aux herbes, aux cheveux, aux poils des animaux, etc.

2°. Il paroît que le givre ne se forme que lorsque la température de l'air est à la congélation ou au-dessous, au lieu qu'il y a souvent de la gelée blanche, quoique la température de l'air soit au-dessus de la congélation.

On doit rapporter au givre cette espèce de neige qui s'attache aux murailles après de longues et fortes gelées. Ce phénomène dépend de ce que les corps solides s'échauffant moins promptement que l'air, ces murailles conservent encore, quelque temps

après le dégel, une grande partie de la froideur qui leur a été imprimée. Si cette froideur va au terme de la glace et au-delà, l'air qui est en contact avec les murailles, est forcé d'abandonner une partie de l'eau qu'il tient en dissolution; les molécules d'eau ainsi abandonnées, s'attachent aux murailles, s'y accumulent et y forment une croûte de glace rare, spongieuse et dont les parties sont disjointes.

Les réseaux de glace qu'on observe quelquefois aux vitres des fenêtres, sont encore une espèce particulière de givre. Pendant la gelée, l'air de la chambre est chaud ou tempéré; la vitre est froide par l'impression de la gelée extérieure, et la vapeur qui s'y attache du côté de la chambre, s'y congèle subitement. Pendant le dégel, si l'air de la chambre est encore très-froid, et que l'adoucissement vienne de l'air extérieur, ce sera l'humidité du dehors qui s'attachera aux carreaux et qui s'y gèlera.

Toutes ces congélations dépendent de la même cause. Des corps solides, refroidis à un certain degré, enlèvent du calorique à l'air environnant. Sa faculté dissolvante diminue et cette diminution détermine l'abandon qu'il fait d'une partie de l'eau qu'il tenoit en dissolution. Les molécules d'eau abandonnées se déposent sur la surface des corps solides qui, en raison de leur attraction supérieure pour le calorique, les font passer à l'état de glaçons.

Les congélations qui s'attachent aux vitres des fenêtres, sont quelquefois très-remarquables par la singularité des figures qu'elles affectent. De petits brins de glace s'arrangent de manière qu'il en résulte diverses figures curvilignes, semblables à la broderie: rien ne paroît si contraire à la direction rectiligne et convergente que les particules de la glace suivent constamment, quand elles sont en pleine liberté. Aussi *Demayran* avoue-t-il que ce phénomène l'embarrassa longtemps. A la fin, ayant fait réflexion qu'il ne l'avoit vu que sur des vitres récemment nétoyées, il crut pouvoir conjecturer que les contours dont il s'agit, avaient été formés par la main même du vitrier qui, pour sécher les vitres qu'il venoit de laver, y avoit passé une brosse avec du sable fin. Suivant cette idée, les particules de glace se seroient logées dans les petits sillons que les grains de sable auroient gravés par leur frottement. *Demayran* pense aussi que l'ouvrier qui fabrique le verre, en remuant avec une baguette de fer la matière vitreuse actuellement en fusion, fait naître diverses figures curvilignes qui subsistent après le refroidissement; mais alors on pourroit apercevoir le phénomène dont il s'agit indépendamment des circonstances que nous avons rapportées. (*Voy. Demayran*, dissertation sur la glace, part. II, sect. 4, chapitre 6 et 7.)

On peut aisément imiter la nature dans la production du givre, en mêlant de la glace pilée ou de la neige avec du muriate de soude dans un vaisseau de verre mince, bien essuyé en dehors, et que l'on tient environ un quart d'heure dans un lieu frais: ce mélange produit un refroidissement considérable; et l'on voit bientôt tous les dehors du vaisseau se couvrir peu à peu d'une espèce de neige qui ne diffère pas du givre ou de la gelée blanche ordinaire.

GLACE. Eau congelée, c'est-à-dire, qui a quitté l'état de liquide pour

passer à celui de solide. L'opération de la nature qui fait éprouver à l'eau cette espèce de métamorphose, est connue sous le nom de congélation. (*Voyez* Congélation.)

La formation de la glace présente des phénomènes qui méritent de fixer notre attention.

Lorsqu'on expose, pendant la gelée, à l'influence de l'air libre un ou plusieurs vases cylindriques de verre mince, pleins d'eau pure, on observe d'abord, si la gelée est faible, une pellicule de glace, qui se forme à la surface supérieure qui est en contact immédiat avec l'air; on voit ensuite partir des parois du vaisseau des filets diversement inclinés à ces parois, ou faisant avec elles divers angles aigus et autres; à ces filets, il s'en joint d'autres qui leur sont aussi diversement inclinés, et ainsi de suite. Tous ces filets se multipliant, s'élargissent en forme de lames, qui, augmentant en nombre et en épaisseur, composent enfin une seule et même masse solide par leur réunion. On conçoit aisément qu'à mesure que le froid continue ou qu'il augmente, ce premier tissu de *glace* devient toujours plus épais.

Si la gelée est forte, tout se passe plus confusément; à peine a-t-on le temps d'observer ces filets et ces lames, qui se forment et s'unissent en un clin-d'œil.

Demayran a observé avec une attention particulière les différentes positions de ces filets de glace, soit entr'eux, soit par rapport aux parois du vaisseau, ainsi que les différentes figures qui en résultent. (*Voyez* Demayran, *Dissertation sur la glace.*)

La glace qui se forme par une congélation lente, paroît assez homogène et assez transparente depuis sa surface extérieure, qui s'est gelée la première, jusqu'à deux ou trois lignes de distance en-dedans; mais dans le reste de son intérieur, et surtout vers son milieu, elle est interrompue par un grand nombre de bulles d'air, et la surface supérieure, qui d'abord s'étoit formée plane, se trouve raboteuse et convexe.

Si la congélation est forte et rapide, les bulles d'air se répandent indifféremment dans toute la masse, qui par là est plus opaque que dans le premier cas; la surface supérieure est aussi et plus convexe et plus inégale.

Le repos sensible, tant de la masse d'eau qu'on expose à la gelée que de l'air qui est en contact immédiat avec elle, donne naissance à un phénomène fait pour exciter de la surprise, et dont *Farenheit* a, le premier, constaté l'existence. Ce physicien a vu de l'eau refroidie au quinzième degré de son thermomètre, qui répond au septième au-dessous du zéro de l'échelle de *Réaumur*, conserver une liquidité parfaite jusqu'au moment où on l'agitait. Ce qu'il y a de singulier, c'est que de l'eau, ainsi refroidie de plusieurs degrés au-dessous du terme de la glace, venant à se geler par l'agitation qu'on lui imprime, fait monter, dans le temps qu'elle se glace, la liqueur du thermomètre au degré ordinaire de la congélation; ainsi, l'eau paroît diminuer de froideur en se gelant; espèce de paradoxe qu'il sera aisé de faire évanouir, en isolant les différentes circonstances que présente le phénomène et les causes qui se combinent dans sa production.

1°. De l'eau dont la température est au septième degré au-dessous de

zéro de l'échelle de *Réaumur* conserve sa liquidité ;

2°. Une légère agitation suffit pour déterminer sa congélation ;

3°. Dans l'acte de la congélation, le thermomètre monte jusqu'à zéro.

Le premier effet peut dépendre de deux causes ; savoir, l'hétérogénéité de l'eau, et la difficulté qu'elle éprouve à transmettre le calorique, dont l'abandon doit déterminer son passage à l'état de glace.

Blagden a observé qu'en général les substances qui altèrent l'homogénéité, et la transparence de l'eau, déterminent, dans la température qu'elle peut atteindre sans se glacer, un abaissement moindre que lorsqu'elle est pure et limpide. Ainsi, l'eau distillée est celle qui donne, à cet égard, le maximum d'abaissement de température ; il y a de plus cette différence entre l'eau distillée qu'on a fait bouillir et celle qui n'a pas bouilli, que la première peut être refroidie plus que l'autre sans se congeler.

Si l'eau qui a subi l'ébullition se gèle quelquefois plus facilement que celle qui n'a point été exposée au feu, cela vient, suivant *Blagden*, de ce que cette eau contient de la terre calcaire qui y est tenue en dissolution par l'acide carbonique ; la terre calcaire, en se précipitant par l'effet de l'ébullition, trouble la transparence de l'eau, et lui donne ainsi une disposition plus prochaine à entrer en congélation.

On sait depuis long-temps que l'union de différentes substances salines avec l'eau, a la propriété de faire baisser son point de congélation. *Blagden* a remarqué de plus qu'en vertu de cette même union, l'eau pouvoit aussi être refroidie au-dessous de son nouveau point de congélation, en conservant sa liquidité. Il s'est même occupé de déterminer avec précision l'abaissement de température pour chaque cas particulier.

Les eaux que nous offre la nature ne sont point homogènes ; leur hétérogénéité respective varie même entre des limites étendues, ce qui doit faire varier le terme de température nécessaire à leur congélation.

A cette cause, qui peut faire que l'eau soit soumise à une température au-dessous de zéro sans se congeler, s'en joint une autre qui consiste dans la difficulté qu'elle peut éprouver à transmettre le calorique, dont l'abandon doit déterminer son passage à l'état de glace.

Il est hors de doute que de l'eau congelée absorbe, en se fondant, soixante degrés de chaleur (*voyez* Calorique), et conséquemment une masse d'eau qui se congèle développe soixante degrés de chaleur. Cela posé, si les circonstances sont telles que le calorique qui se développeroit par l'effet de la congélation mette beaucoup de lenteur à se communiquer aux corps environnans, il doit en résulter une cause de retard, par rapport à la congélation ; et cet obstacle, que la lente transmission du calorique oppose à la congélation est tel, que si l'eau était renfermée exactement dans un vase parfaitement mauvais conducteur du calorique, elle ne pourroit se congeler toute entière qu'à une température de 66 $\frac{2}{3}$ au-dessous de zéro, en supposant, avec la plupart des physiciens, que la chaleur spécifique de la glace soit à celle de l'eau liquide dans le rapport de 9 à 10 ; car l'eau, en se congelant, développe soixante

degrés de chaleur. Or, lorsque le développement de cette quantité de chaleur, que nous supposons rester toute entière dans l'eau, a déterminé le point de la congélation, la glace se trouve dans le même cas que si sa température ayant été d'abord d'un nombre x de degrés au-dessous de zéro, elle s'étoit élevée jusqu'à zéro, par une augmentation de chaleur capable de faire monter de 60 degrés la température de l'eau : donc, puisque les élévations de température de deux corps, par une même addition de calorique, sont en raison inverse des chaleurs spécifiques (*voyez* CALORIQUE), nous aurons $9 : 10 :: 60 \text{ d.} : x = 66 \text{ d.} \frac{2}{3}$.

Quant au second effet, qui consiste en ce qu'une légère agitation suffit pour déterminer la congélation, il est analogue à ce qui se passe dans la cristallisation des sels; un léger mouvement imprimé au vase qui contient une dissolution saline, détermine subitement la formation d'un grand nombre de petits cristaux, en faisant naître pour la plupart des molécules salines, les positions les plus avantageuses à l'exercice de l'attraction.

Ajoutons à cela que l'agitation du vase doit amener autour de sa surface extérieure une nouvelle couche d'air; et si cet air est plus froid que celui dont il a pris la place, il doit favoriser le dégagement du calorique que l'eau ne pouvoit perdre, lorsque le vase étoit dans l'état de repos. En perdant du calorique, l'eau passe à l'état de glace; et le thermomètre monte, en vertu du calorique dégagé qui se partage dans les corps environnans proportionnellement à leur attraction et à leur capacité.

La glace s'évapore considérablement, et même plus que l'eau en temps égal. *Demayran* attribue ce phénomène à la contexture particulière de la glace qui, occupant un plus grand espace que l'eau, présente à l'air une plus grande surface. Ajoutons à cela que le vent du nord qui accompagne presque toujours dans nos climats les fortes gelées, est plus favorable à l'évaporation.

La glace a de la saveur; elle réfracte fortement le fluide lumineux; elle est très-sensiblement élastique. Si on laisse tomber sur un plan une sphère de glace, elle se réfléchit; et cette réflexion est un effet de l'élasticité.

La glace acquiert quelquefois une dureté telle, qu'elle résiste aux efforts violens qu'on fait pour détruire son aggrégation. Pendant l'hiver de 1740, on construisit à Pétersbourg, suivant les règles de la plus élégante architecture, un palais de glace de cinquante deux pieds et demi de longueur sur seize pieds et demi de largeur et vingt pieds de hauteur, sans que le poids des parties supérieures et du comble, qui étoit aussi de glace, parût endommager le moins du monde le pied de l'édifice. La Neva, rivière voisine, où la glace avoit environ deux ou trois pieds d'épaisseur, en avoit fourni les matériaux. Pour augmenter la merveille, on plaça au-devant du bâtiment six canons de glace avec leurs affuts de la même matière, et deux mortiers à bombe dans les mêmes proportions que ceux de fonte. Ces pièces étoient du calibre de celles qui portent ordinairement trois livres de poudre : on ne leur en donna cependant qu'un carteron et on les tira. Le boulet d'une de ces pièces perça, à soixante pas, une planche de deux pouces d'épais-

seur. Le canon, dont l'épaisseur étoit tout au plus de quatre pouces, n'éclata point par cette explosion. (*Voy. Demayran*, dissertation sur la glace.)

GLACIAL. On donne cette épithète à tout ce qui a rapport à la glace, ou même aux lieux qui en contiennent abondamment. Ainsi on nomme mer glaciale, la partie de la mer du nord, qui est pleine de glace. On appelle aussi zones glaciales, celles qui sont vers les poles de la terre, parce que la glace y est abondante. (*Voyez* Zone)

GLASS (Crown). *Voyez* Crown glass.

GLASS (Flint) *Voyez* Flint-glass.

GLUCINE. (*Voyez* Terres.)

GORGE DE POULIE. C'est une espèce de rainure qu'on pratique dans toute la circonférence d'une poulie, pour recevoir la corde à laquelle est appliquée la puissance. Au lieu de creuser cette gorge en rond, on la creuse le plus souvent en angle, afin que la corde puisse y être pincée, et ne pas glisser dessus sans faire tourner la poulie; ce qui pourrait arriver à cause du trop de frottement qu'éprouve quelquefois l'axe de la poulie.

GOUFFRE. C'est un tournoiement d'eau causé par l'action de deux ou plusieurs courans opposés. L'*Euripe* que la mort d'*Aristote* a rendu si fameux, absorbe et rejette alternativement les eaux sept fois dans l'intervalle de 24 heures. Ce gouffre est situé au voisinage des côtes de la Grèce. Le Carybde qui est proche du detroit de Sicile, absorbe et rejette les eaux trois fois en 24 heures.

Le plus grand de tous les gouffres connus est celui de la mer de Norwège; on assure qu'il a plus de 20 lieues de circuit : il absorbe, pendant six heures, tout ce qui est dans son voisinage, l'eau, les baleines, les vaisseaux, et rend ensuite dans un temps égal tout ce qu'il a absorbé.

Lorsque deux masses d'eau animées de mouvemens contraires se rencontrent, leurs mouvemens se composent et il en résulte un tournoiement circulaire qui fait naître une espèce de vide dans le centre de ce mouvement, comme il est aisé de l'observer auprès des piles qui soutiennent les arches des ponts dans les rivières rapides. Il en est de même des gouffres de la mer. Ils ont pour cause le mouvement de deux ou de plusieurs courans contraires; et comme le flux et le reflux sont la principale cause des courans, de manière que pendant le flux ils sont dirigés d'un côté et que pendant le reflux ils prennent une marche contraire, il n'est pas étonnant que les gouffres qui résultent de ces courans, attirent et engloutissent pendant quelques heures tout ce qui les environne et qu'ils rejettent ensuite pendant le même temps tout ce qu'ils ont absorbé.

GOUT. C'est le sens par lequel nous apercevons et nous distinguons les saveurs. (*Voyez* Saveur.) Il consiste à sentir les impressions des substances sapides, à les admettre ou à les rejeter, suivant l'agrément ou le désagrément qu'elles causent, et le jugement qu'elles font naître. Le goût est le plus utile des sens dont nous a doués la nature. Il sert à alimenter notre existence.

GRAND CHIEN. (*Voyez* Chien (grand).

GRANDEUR APPARENTE. La

grandeur apparente d'un objet est celle sous laquelle il s'offre à nos regards.

Dans les grandes distances, nous jugeons de la grandeur des objets par la grandeur de l'angle optique. (*Voy.* Angle optique.)

Nous ne pouvons juger de la grandeur d'un objet que par celle de l'image qui se forme sur la rétine; et la grandeur de l'image est sensiblement comme celle de l'angle optique; car l'image est la base de l'angle intérieur qui a son sommet à la prunelle de l'œil; et comme cette base augmente sensiblement lorsque l'angle devient plus grand, il s'ensuit que l'angle optique augmentant, l'image augmente, et conséquemment que nous jugeons de la grandeur des objets par la grandeur de l'angle optique.

Il n'en est pas ainsi dans les petites distances. Un objet vu à la distance de quatre pas nous paroît de la même grandeur qu'à une distance double; et cependant, dans ces deux positions, les angles optiques sont dans le rapport de 2 à 1. C'est l'habitude que nous avons de voir les objets à de petites distances, qui nous fait acquérir de leurs véritables dimensions une connoissance exacte, et nous garantit de l'erreur à laquelle nous conduiroit la différente grandeur de l'image. Cela est si vrai, que si nous voyons un homme devant nous à la distance de quarante pas, il ne nous paroît point d'une petitesse frappante, telle qu'elle nous paroîtroit, si étant au bas d'une tour de même hauteur, nous le voyions au sommet. Ce qui vient, sans doute, de ce que n'étant pas habitués, dans le commerce de la vie, à regarder les objets de bas en haut, et que n'étant pas à même de connoître par expérience ces sortes de distances, nous ne sommes plus dans le cas de juger comme à l'ordinaire; et alors nous déterminons le rapport des grandeurs des objets, principalement par celui des images qu'ils forment sur la rétine.

Les objets situés de la même manière paroissent diminuer de grandeur à mesure qu'ils s'éloignent de nous.

Car les dimensions de ces objets sont des bases constantes d'un triangle dont les côtés sont les distances de leurs extrémités à l'œil. Ces côtés augmentant à mesure que l'objet s'éloigne, leurs angles opposés augmentent aussi, et conséquemment l'angle formé à la prunelle, opposé au côté constant, doit toujours diminuer et former dans l'œil des images qui décroissent à proportion.

Il suit de là, 1°. que lorsque les angles optiques sont très-petits, les grandeurs apparentes des objets sont en raison inverse de leurs distances à l'œil; car lorsque les angles sont très-petits, les côtés mesurent les distances.

2°. Des parties égales d'un objet fort grand et très éloigné de nous, ne paroissent pas égales; car les parties les plus distantes de nous doivent soutendre des angles optiques plus petits, et réciproquement.

3°. Il peut arriver que la plus petite des deux parties d'un objet paroisse la plus grande des deux, si elle est située de manière qu'elle soutende un plus grand angle optique.

Deux ou plusieurs lignes parallèles prolongées à une grande distance, doivent paroître concourir et former un angle à leurs extrémités.

Car les distances de leurs points

correspondans sont égales : d'où il résulte que les lignes qui mesurent ces distances soutendent des angles optiques qui décroissent jusqu'à devenir insensibles, lorsqu'elles sont vues à une distance très-considérable.

De là on voit, 1°. pourquoi, dans une longue galerie, le plafond paroît aller toujours en baissant, et le parquet toujours en montant; c'est qu'on compare l'un et l'autre à la ligne de niveau qui, passant par la prunelle de l'œil, se trouve au-dessus du niveau du parquet et au-dessous du niveau du plafond.

2°. La mer paroît s'élever d'autant plus qu'elle s'éloigne plus du rivage, et qu'on la voit d'un lieu plus élevé.

Car on compare sa surface, qui est horizontale, avec la ligne de niveau qui passe par la prunelle de l'œil; ces deux niveaux étant parallèles, semblent se rapprocher d'autant plus, qu'on voit une plus grande étendue de la mer, et cette étendue est d'autant plus considérable, que le spectateur est placé dans un lieu plus élevé.

3°. Une tour fort élevée paroît comme penchée sur celui qui du pied en contemple le sommet.

Car si la tour a une situation perpendiculaire à l'horizon, l'observateur la compare à la verticale qui passe par son œil; ces deux verticales sont deux parallèles qui paroissent tendre à concourir, et conséquemment la tour paraît s'incliner par son extrémité, de manière à faire craindre le danger d'une chute prochaine.

4°. Si l'on marche parallèlement à une longue avenue, les parties qui sont à droite paroissent tendre de plus en plus vers la gauche.

5°. Si on est placé entre deux rangées d'arbres, ils paroissent s'écarter les uns des autres à mesure qu'on en approche, etc.

GRANDE OURSE. (*Voy.* Ourse (grande).

GRAND NUAGE. (*Voy.* Nuage (grand).

GRAVES. On appelle corps graves ceux qui sont sans cesse sollicités vers un point fixe; on dit alors qu'ils gravitent vers ce point.

Tous les corps de la nature ont une tendance vers un point fixe. Les corps sublunaires et la lune elle-même gravitent vers le centre de la terre; la terre et les autres planètes gravitent vers le centre du soleil; les satellites d'Uranus gravitent vers le centre de leur planète : il en est de même des satellites de Jupiter et de Saturne.

GRAVITATION. (*Voyez* Attraction).

GRAVITÉ. Ce mot est consacré à désigner l'attraction considérée dans les grandes masses, telles que les corps célestes.

La gravité est une force dont la nature nous est inconnue, mais dont les lois sont déterminées avec la plus grande précision. (*Voyez* à ce sujet l'article Attraction).

GRAVITÉ (Centre de). *Voyez* Centre de gravité.

GRAVITER. Graviter vers un corps c'est être sollicité vers ce corps par une force qu'on nomme *gravité*.

GRAVEUR (Burin de). *Voyez* Burin de graveur.

GRÉGORIEN. (Télescope). *Voy.* Télescope grégorien.

GRÊLE. C'est le nom qu'on a donné à des glaçons d'une figure à-peu

près sphérique, formés par des gouttes de pluie qui acquièrent la solidité dans le sein de l'atmosphère et qui tombent, dans cet état, sur la surface de la terre.

Il paroît d'abord naturel de penser que la grêle et les gouttes de pluie devroient être à peu près de la même grosseur. Cela n'est point : les gouttes de pluie ont ordinairement deux ou trois lignes de diamètre, quelquefois, mais très-rarement dix à douze. Quant à la grêle, on en a vu tomber dont les grains avoient un volume considérable et dont chacun pesoit plus d'une livre.

Il est aisé de sentir la raison de cette différence. Les grains de grêle ont probablement, à l'époque de leur formation, la grosseur ordinaire des gouttes de pluie : mais si l'on fait attention qu'un grain de grêle, déjà formé par un degré de froid considérable, gèle toutes les molécules aqueuses qu'il rencontre dans sa chûte, on concevra aisément comment il peut devenir le noyau d'une ou de plusieurs couches de glace, qui augmenteront considérablement son volume et son poids. Ce qui fortifie cette opinion, c'est que la grêle n'est jamais d'une densité uniforme depuis la surface jusqu'au centre.

La couleur et la transparence de la grêle sont aussi variables que sa grosseur et sa figure. Les grains de grêle sont ordinairement opaques et blanchâtres; rarement ils ont la transparence de l'eau; quelquefois leur noyau est fort blanc, tandis que les couches solides qui l'environnent ont une parfaite transparence.

Tout le monde connoît les terribles effets de la grêle : elle ravage les fruits et les moissons, coupe les arbres, frappe de mort les habitans de l'air, tue les troupeaux qui sont exposés à sa chute, blesse même mortellement les hommes qui ont le malheur de se trouver sur son passage. Ses effets seroient plus terribles encore, si la résistance de l'air n'altéroit considérablement la vitesse que la pesanteur lui imprime.

La chute de la grêle est accompagnée de quelques circonstances qui peuvent répandre du jour sur le mécanisme de sa formation. 1°. Le temps est sombre, obscur, orageux, si la grêle est tant soit peu considérable. 2°. La grêle tombe ordinairement pendant les ardeurs brûlantes de l'été, qui est dans nos climats la saison presque exclusive des orages. 3°. L'atmosphère est dans le même temps le théâtre de la grêle et de la foudre. 4°. On a vu quelquefois tomber de la grêle pendant l'hiver; mais alors sa chute étoit marquée par la prompte apparition des éclairs et par le bruit formidable du tonnerre.

La connoissance de la cause physique de la grêle a exercé de tout temps la sagacité des physiciens.

Descartes avoit imaginé que les nuées où se forme la grêle sont composées de très-petites particules de neige ou de glace qui se fondent à demi et qui se réunissent; un vent froid qui survient achève leur congélation.

Mussembrok attribue la formation de la grêle à des atômes frigorifiques qui, se trouvant répandus dans les régions atmosphériques, congèlent les gouttes de pluie.

Quelques physiciens modernes pensent que la grêle prend naissance dans

des couches atmosphériques très-élevées. Du moment que l'air abandonne l'eau qu'il tenoit en dissolution, et que les molécules aqueuses ont assez de masse pour vaincre la résistance de l'air, en vertu de la vitesse que la pesanteur leur imprime, elles se précipitent, et leur chute est suivie d'une évaporation rapide qui détermine leur congélation. Ajoutez à cela que la vitesse de la chute renouvelle continuellement leur contact avec le dissolvant, et leur fait éprouver une forte compression de la part des couches atmosphériques qu'elles traversent.

Enfin plusieurs physiciens prétendent que la même cause peut donner naissance à la grêle et à la pluie d'orage. Il suffit pour cela que le gaz oxigène et le gaz hydrogène perdent dans l'acte de leur combinaison par l'étincelle électrique, assez de calorique pour que l'eau qui en résulte passe à l'état de solide.

Ces diverses explications ne sont sans doute que des conjectures plus ou moins hazardées sur la cause d'un phénomène, que la nature se plaît à nous dérober avec une espèce d'opiniâtreté. J'adopte néanmoins la dernière, parce que les circonstances qui accompagnent la grêle me font soupçonner l'influence du fluide électrique sur sa production.

GRUAU. (*Voyez* GRUE.)

GRUE. C'est une machine composée de différentes machines simples combinées ensemble, et qui sert à élever les matériaux employés à la construction des édifices, ainsi qu'à charger et décharger les vaisseaux dans les ports.

Cette machine se compose de plusieurs pièces dont la principale est un arbre, ayant une situation verticale et qui se termine en poinçon par le haut. Il est garni de plusieurs pièces de bois posées en croix, et réunies à deux autres grandes pièces de bois, inclinées et fixées d'un côté sur le pied, et de l'autre au sommet de l'arbre. Ces pièces servent principalement à maintenir l'arbre d'une manière fixe dans sa position verticale. Il y a une autre pièce de bois inclinée et garnie de chevilles, qui sert d'échelle pour monter au haut de la machine. Le sommet de l'arbre porte un pivot de fer qui soutient une pièce de bois destinée à élever le fardeau; elle est réunie à plusieurs autres pièces de bois qui servent à la maintenir dans sa situation. Il y a encore d'autres pièces de bois, nommées *soupentes*, attachées sur le pied et à la pièce garnie de chevilles; elles servent à porter les roues, et le treuil autour duquel se dévide le cable. Le cable passe sur des poulies fixées à la pièce soutenue par le pivot du sommet de l'arbre, et de là va se rendre au fardeau qu'on veut enlever. La pièce placée au sommet de l'arbre tourne sur le pivot qui la soutient, de manière qu'on peut placer les fardeaux où l'on veut. La machine que je viens de décrire se nomme plus ordinairement *gruau*. Dans la véritable *grue*, la roue et le treuil tournent avec le reste, et la machine a plus de saillie.

Il est visible qu'en faisant tourner les roues et le treuil, on dévide le cable; et l'on fait ainsi monter le fardeau.

La grue est donc composée principalement du treuil et de la poulie. Ainsi pour connoître l'effet qu'on peut produire à l'aide de cette machine, il suffit d'y appliquer ce que nous disons de ces deux machines à leurs articles respectifs. (*Voy.* TREUIL et POULIE.)

GRUE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie australe du ciel, qui est située auprès de l'Indien, entre le Poisson austral et le Toucan. C'est une des 12 constellations décrites par *Jean Buyer*, et ajoutées aux 15 constellations méridionales de *Ptolémée*. *Lacaille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, *pl.* 20. Il n'y a que la tête de cette constellation qui se montre sur notre horizon. Le reste a trop de déclinaison pour pouvoir jamais nous être visible.

H

HALE. Etat où se trouve l'air, lorsque sa présence dessèche le pain et la viande, bruuit le teint, fane les fleurs, et altère très-sensiblement le tissu des végétaux.

Cet etat de l'atmosphère a quelquefois pour cause une chaleur excessive; mais il est dû le plus souvent à un vent du midi très-sec et très-brûlant.

HALO. Météore qui se montre sous la forme d'un cercle lumineux, autour du soleil, de la lune, des planètes et des étoiles. Il est semblable au météore connu sous le nom de couronne. (*Voyez* Couronne.)

HAUTEUR. C'est la distance la plus courte du sommet ou du point supérieur d'un corps quelconque à la ligne horizontale; et conséquemment elle se mesure par une perpendiculaire menée du sommet d'un corps ou d'une figure quelconque sur la ligne horizontale. Ainsi la hauteur d'une montagne est la perpendiculaire abaissée du sommet de la montagne sur sa base.

HAUTEUR ASTRONOMIQUE. Ce n'est point par des lignes droites, mais par des arcs de cercle qu'on mesure les hauteurs astronomiques. La hauteur d'un astre se mesure par l'arc d'un cercle vertical, compris entre l'horizon et le centre de l'astre. Ainsi la hauteur méridienne du soleil est mesurée par l'arc du méridien compris entre l'horizon et le centre du soleil. Les hauteurs méridiennes du soleil et des étoiles sont d'un grand usage en astronomie.

Il importe aussi dans bien des circonstances de connoître la hauteur du pole : Voici le moyen de la trouver. On prend la hauteur d'une des étoiles qui sont au voisinage du pole, et qui ne descendent jamais au-dessous de l'horizon du lieu où l'on observe, au moment où elle se trouve au méridien dans la partie supérieure de son parallèle : on prend encore la hauteur de la même étoile, 12 heures après, lorsqu'elle est au méridien dans la partie inférieure de son parallèle. La première de ces hauteurs est plus grande que la seconde. La moitié de leur différence ajoutée à la plus petite, donne la hauteur du pôle.

La connoissance de la hauteur du pôle conduit à celle de la hauteur de l'équateur, qui est toujours le complément de la première : car la partie du méridien qui est au-dessus de l'horizon est un demi cercle qui vaut 180 degrés; si l'on en retranche la distance du pôle à l'équateur qui est de 90 degrés, il reste 90 degrés qui forment la hauteur du pôle et celle de l'équateur; de sorte que si la hauteur du pôle est de 40 degrés, la hauteur de l'équateur est de 50.

La hauteur astronomique est *vraie* ou *apparente*. La *hauteur vraie* d'un astre est sa distance à l'horizon, vue

du centre de la terre; sa *hauteur apparente* est sa distance à l'horizon, vue de la surface de la terre.

La hauteur vraie de la lune diffère sensiblement de sa hauteur apparente. Quant au soleil et aux étoiles, il y a très-peu de différence entre leurs hauteurs vraies et leurs hauteurs apparentes.

HAUTEUR DES MONTAGNES. C'est l'élévation de leur sommet au-dessus du niveau de la mer.

Les physiciens se sont occupés de mesurer la hauteur des montagnes par différens moyens dont nous avons parlé, articles atmosphère terrestre et baromètre. Voici le résultat de leur travail :

La montagne de Chimboraco au Pérou, a 3217 toises de hauteur.

La montagne de Pichincha a une hauteur de 2434 toises (*Bouguer, Figure de la Terre*, page 50.)

Suivant *Deluc*, la hauteur du Mont Blanc est de 2391 toises.

Suivant *Borda* et *Pingré*, le pic de Ténériffe a une hauteur de 1743 toises.

Suivant *Deluc*, la hauteur du Canigou est de 1453 toises.

La hauteur du Mont d'Or est de 1048 toises.

Le mont Saint-Gothard a une hauteur de 2,750 toises.

Ce dernier résultat est fort douteux.

HAUTEUR DES NUAGES. Élévation des nuages au-dessus de la surface de la terre.

Les nuages se forment quelquefois au voisinage de la surface de la terre, mais le plus souvent ils prennent naissance dans des couches atmosphériques dont la hauteur varie entre des limites très-étendues.

Pour mesurer la hauteur d'un nuage, il faudroit que deux observateurs pussent, au même instant, diriger des quarts de cercle vers la même partie du nuage; cependant *Chesenux* parvint à mesurer une hauteur de cette espèce et il la trouva de 4347 toises. (*Traité de la Comète de* 1743, page 279). *Bouguer* pense que le terme de la neige constante est entre 2400 et 4400 toises, parce que, selon lui, les nuages ne peuvent s'élever au-delà de cette dernière limite.

HAUTEURS CORRESPONDANTES. Hauteurs qui servent à connoître le moment du midi vrai, ainsi que l'heure du passage d'un astre au méridien.

L'élévation des astres est la même deux ou trois heures avant et deux ou trois heures après leur passage au méridien ; ainsi, pour avoir avec précision le moment où un astre a passé par le méridien, il suffit d'observer, par le moyen d'une horloge à pendule, 1°. l'instant où il s'est trouvé à une certaine hauteur, en montant et avant son passage par le méridien ; 2°. l'instant où il se trouve à une hauteur égale, en descendant après son passage au méridien : le milieu entre ces deux instans à l'horloge, sera l'heure que l'horloge marquoit au moment où l'astre s'est trouvé dans le méridien.

Supposons que le centre du soleil ait été observé le matin avec un quart de cercle, et que sa hauteur fût de 30 degrés lorsque l'horloge marquoit 9 heures 10 minutes; supposons encore que plusieurs heures après et le soleil ayant passé au méridien, on retrouve sa hauteur de 30 degrés vers le

couchant dans l'instant où l'horloge marque 3 heures 5 minutes, mais qu'il faut compter, comme si l'horloge avoit marqué les heures de suite, pour 15 heures 5 minutes. Ces hauteurs ainsi prises, sont ce qu'on appelle les *hauteurs correspondantes*. A présent, pour connoître le moment où le soleil s'est trouvé dans le méridien, il faut voir combien il y a de temps écoulé entre les deux observations, c'est-à-dire, entre 9 heures 10 minutes et 15 heures 5 minutes. Si l'on prend le milieu de cet intervalle, ce sera le moment où le centre du soleil a été dans le méridien, et conséquemment le moment du midi vrai. Pour prendre le milieu entre ces deux instans, il faut ajouter ensemble les deux nombres et prendre la moitié de la somme. Cette moitié sera l'heure que marquoit l'horloge à l'instant où le centre du soleil étoit dans le méridien.

Heure où le soleil étoit le matin à 30 degrés . .	9h. 10′
Heure où le soleil étoit le soir à 30 degrés . . .	15h. 5′
Somme des deux nombres	24h. 15′
Moitié de la somme .	12h. 7′30″

L'horloge marquoit donc 12 heures sept minutes 30 secondes au moment où le centre du soleil s'est trouvé dans le méridien : ce qui fait voir qu'elle avançoit de 7 minutes 30 secondes sur le temps vrai.

HÉLIAQUE. On donne, dans quelques circonstances, cette épithète au lever et au coucher des étoiles, et l'on dit alors *lever héliaque* et *coucher héliaque* de telle étoile ou de telle constellation. C'est le temps du lever et du coucher du soleil qui règle le lever et le coucher héliaques, et voici comment. Chaque année le soleil, par son mouvement propre d'occident en orient, rencontre les différentes constellations de l'écliptique, et sa clarté éblouissante les dérobe à nos regards. Mais lorsque le soleil, après avoir traversé une constellation, se trouve assez éloigné d'elle pour se lever environ une heure plus tard, la constellation commence à paroître le matin, en se levant un peu avant que la clarté crépusculaire soit assez vive pour la faire disparoître : c'est ce qu'on appelle lever héliaque des étoiles. Le coucher héliaque arrive de même, lorsque le soleil approchant d'une constellation ou d'une étoile, en est encore assez éloigné pour qu'un peu avant que l'étoile se couche, il soit descendu sous l'horizon d'une quantité telle que la clarté crépusculaire soit assez affoiblie pour ne pas la dérober à nos regards ; car lorsque le soleil s'est un peu plus rapproché de l'étoile, elle ne se montre plus le soir après le coucher du soleil, parce qu'elle se couche trop peu de temps après lui, et que, pendant le temps qu'elle demeure encore sur l'horizon après le soleil, la clarté crépusculaire est trop vive pour lui permettre de reparoître.

HÉLIAQUE (Coucher). *Voyez* Coucher héliaque.

HÉLIAQUE (Lever). *Voyez* Lever héliaque.

HÉLICE. Ce mot est synonyme de spirale. (*Voyez* Spirale).

HÉLIOCENTRIQUE. Les astronomes ont donné ce nom au lieu d'une planète, vue du soleil : ainsi le *lieu héliocentrique* d'une planète est le

point du ciel où elle seroit rapportée si elle étoit vue du soleil. Le point de l'écliptique auquel on rapporteroit le centre d'une planète vue du soleil, se nomme *longitude héliocentrique* de la planète, et l'angle sous lequel paroîtroit, vue du soleil, la distance perpendiculaire du centre de la planète à l'écliptique, est la *latitude héliocentrique* de cette planète.

HÉLIOCOMÈTE. On a donné ce nom à une longue queue ou colonne lumineuse qui paroît quelquefois attachée et comme traînée par le soleil dans le temps qu'il se couche, à peu près de la même manière qu'une comète traîne sa queue.

Un phénomène de ce genre se fit remarquer à Grypswald le 15 mars 1702, à cinq heures après midi : l'extrémité de la queue la plus voisine du soleil n'avoit que la moitié de la largeur du diamètre de cet astre ; mais l'autre extrémité avoit une largeur qui surpassoit cinq diamètres solaires, et elle suivoit la même direction que le soleil. Sa couleur étoit jaune près du soleil et s'obscurcissoit à mesure qu'on s'en éloignoit ; on ne la voyoit peinte que sur les nuages les plus rares et les plus élevés. Cette héliocomète se montra dans toute sa force pendant une heure et diminua ensuite par degrés.

Ce phénomène a quelques traits de ressemblance avec la lumière zodiacale. (*Voyez* LUMIÈRE ZODIACALE).

HÉLIOMÈTRE. Instrument qui sert à mesurer avec précision les diamètres des astres, et particulièrement ceux du soleil et de la lune.

Cet instrument qui a été imaginé par *Bouguer*, est composé de deux objectifs d'un très-long foyer, situés à côté l'un de l'autre et combinés avec un seul oculaire. Le tuyau de la lunette a une forme conique, et c'est l'extrémité supérieure qui a le plus de largeur, à cause de la grandeur des objectifs qu'elle reçoit. L'extrémité inférieure est munie, comme à l'ordinaire, de son oculaire et de son micromètre. On peut voir dans les *Mémoires de l'Académie*, année 1748, la manière dont on se sert de cet instrument.

HÉLIOSCOPE. Lunette destinée à observer le soleil, de manière que l'œil ne soit point blessé par sa grande clarté. On remplit cet objet en plaçant auprès de l'oculaire d'une lunette un verre d'une couleur obscure, qui le rend propre à absorber une partie des rayons solaires et à empêcher ainsi que la clarté éblouissante de cet astre ne blesse l'organe de la vision.

HÉLIOSTATE. Instrument qui sert à introduire un faisceau de rayons lumineux dans un lieu obscur ; c'est la même chose que l'instrument connu sous le nom de *porte-lumière*. (*Voy.* PORTE-LUMIÈRE).

Les astronomes ont aussi donné le nom d'héliostate à une lunette montée sur un axe parallèle à l'axe du monde et conduite par un mouvement d'horloge, qui lui fait suivre le mouvement diurne du soleil ou d'un autre astre qu'on observe.

HÉMISPHÈRE. C'est la moitié d'une sphère, divisée par le centre, dans le plan d'un de ses grands cercles.

La terre a une forme à peu près sphérique ; c'est pourquoi on la divise en deux *hémisphères*, et cela en différens sens, suivant le grand cercle qui sert à faire la division. L'équateur divise la terre en deux hémisphères,

l'un boréal ou septentrional, l'autre austral ou méridional. L'équateur céleste divise de la même manière la sphère céleste. Le méridien divise la sphère en deux hémisphères, l'un oriental et l'autre occidental. L'horizon divise la terre ainsi que la sphère céleste en deux hémisphères, l'un supérieur et visible, l'autre inférieur et invisible.

HÉMISPHÈRE AUSTRAL. C'est la moitié de la terre ou de la sphère céleste qui a l'équateur pour base, et dont le pôle est au sud. Cet hémisphère ne peut être entièrement visible que pour ceux qui seroient situés précisément au pôle sud, et il seroit entièrement invisible pour ceux qui habiteroient précisément sous le pôle nord, parce qu'il est tout entier au-dessus de l'horizon des premiers, et tout entier au-dessous de l'horizon des derniers. A l'égard des autres habitans de la terre, il y a toujours une portion de cet hémisphère au-dessus de l'horizon; et une portion au-dessous. La première est d'autant plus grande, et la dernière d'autant plus petite, que l'observateur se trouve plus près du pôle sud : de sorte que s'il est à une distance égale des deux pôles, c'est-à-dire, sous l'équateur, la portion de cet hémisphère qui est au-dessous de son horizon est égale à celle qui est au-dessus; et cette dernière va toujours en diminuant, et l'autre en augmentant, à mesure que l'observateur s'approche du pôle nord.

HÉMISPHÈRE BORÉAL. C'est la moitié de la terre ou de la sphère céleste qui a l'équateur pour base, et dont le pôle est au nord. Cet hémisphère céleste ne peut être entièrement visible que pour ceux qui seroient situés précisément sous le pôle nord, et il seroit entièrement invisible pour ceux qui seroient situés précisément sous le pôle sud, parce qu'il est tout entier au-dessus de l'horizon des premiers, et tout entier au-dessous de l'horizon des derniers. Mais à l'égard des autres habitans de la terre, il y a toujours une portion de cet hémisphère au-dessus de l'horizon, et une portion au-dessous. La première est d'autant plus grande, et la dernière d'autant plus petite, que l'observateur est plus près du pôle nord : de sorte que s'il est à une distance égale des deux pôles, c'est-à-dire, sous l'équateur, la portion de cet hémisphère qui est au-dessous de son horizon est égale à celle qui est au-dessus; et cette dernière va toujours en diminuant, et l'autre en augmentant, à mesure que l'observateur s'approche du pôle sud.

HÉMISPHÈRE INFÉRIEUR. C'est cette moitié de la terre ou de la sphère céleste qui a l'horizon pour base, et dont le pôle est au nadir. Un observateur ne peut jamais rien voir de l'hémisphère inférieur, parce qu'il est tout entier au-dessous de son horizon : voilà pourquoi on le nomme aussi *hémisphère invisible*.

HÉMISPHÈRE INVISIBLE. C'est le même que l'hémisphère inférieur. (*Voyez* HÉMISPHÈRE INFÉRIEUR.)

On donne aussi le nom d'hémisphère invisible à celui d'une planète qui est tourné du côté qui nous est opposé. Par exemple, l'hémisphère de la lune, qui est tourné du côté opposé à nous, est invisible pour nous, lors même qu'il est éclairé.

HÉMISPHÈRE MÉRIDIONAL. C'est la même chose que l'*hémisphère*

nustral. (*Voyez* HÉMISPHÈRE AUSTRAL.)

HÉMISPHÈRE OCCIDENTAL. C'est la moitié de la sphère qui a pour base le méridien, et dont le pôle est à l'occident. Un observateur ne peut jamais voir que la moitié de cet hémisphère, parce qu'il y a toujours au-dessous de son horizon une portion égale à celle qui est au-dessus.

HÉMISPHÈRE ORIENTAL. C'est la moitié de la sphère qui a pour base le méridien, et dont le pôle est à l'orient. Il en est de l'hémisphère oriental comme de l'hémisphère occidental; un observateur n'en peut jamais voir que la moitié, parce qu'il y a toujours au-dessus de son horizon une portion de cet hémisphère, égale à celle qui est au-dessus.

HÉMISPHÈRE SEPTENTRIONAL. C'est la même chose que l'*hémisphère boréal.* (*Voyez* HÉMISPHÈRE BORÉAL.

HÉMISPHÈRE SUPÉRIEUR. C'est la moitié de la terre ou de la sphère céleste qui a l'horizon pour base, et dont le pôle est au zénith. Un observateur, situé dans un endroit bien découvert, peut voir en entier cet hémisphère céleste, parce qu'il est tout entier au-dessus de son horizon : c'est pourquoi on le nomme aussi *hémisphère visible.*

HÉMISPHÈRE VISIBLE. C'est la même chose que l'*hémisphère supérieur.* (*Voy.* HÉMISPHÈRE SUPÉRIEUR.)

On appelle aussi hémisphère visible celui d'une planète qui est tourné de notre côté; mais cet hémisphère n'est réellement visible que lorsqu'il est éclairé par le soleil. Par exemple, l'hémisphère de la lune, qui est tourné de notre côté, n'est réellement visible pour nous que lorsqu'il est éclairé par le soleil; c'est ce qui arrive lorsque la lune est en opposition avec cet astre; alors elle nous paroît ronde et lumineuse, et nous la nommons *pleine lune;* mais lorsque l'hémisphère de la lune, qui est tourné de notre côté, se trouve tout à fait plongé dans l'ombre, cet hémisphère, que nous appelons visible parce que c'est le seul que nous puissions voir, n'étant plus éclairé par le soleil, devient invisible pour nous; C'est ce qui arrive lorsque la lune est en conjonction. Si l'hémisphère visible, ou celui qui est tourné de notre côté, se trouve moitié éclairé et moitié dans l'ombre, nous ne voyons que la moitié de cet hémisphère, parce que nous n'en pouvons voir que la portion éclairée; c'est ce qui arrive lorsque la lune est dans ses quadratures. Il en est de même de toutes les autres positions de la lune; nous en voyons d'autant plus qu'il y a une plus grande partie de l'hémisphère éclairé qui fait partie de l'hémisphère visible.

HÉMISPHÈRES DE MAGDEBOURG. Les physiciens ont donné ce nom à deux hémisphères concaves de cuivre, dont l'un est garni d'un robinet par lequel il peut s'ajuster à la machine pneumatique; l'autre porte un anneau au milieu de sa convexité, à l'aide duquel il est aisé de le suspendre. On joint ensemble ces deux hémisphères, et afin de rendre leur jonction plus facile et plus exacte, l'un des deux a ses bords garnis d'un anneau plat, dont la largeur excède autant en dedans qu'en dehors, et l'on met sur cet anneau un autre anneau de cuir mouillé, sur lequel s'appliquent les bords de l'autre hémisphère, qu'on a eu soin de bien dres-

ser. Tout étant ainsi disposé, et le robinet étant adapté à la vis qui est au centre de la platine de la machine pneumatique, on l'ouvre, on fait le vide, et on le ferme ensuite; on détache ces hémisphères de la machine pneumatique, on les suspend à un point fixe, et on y attache un poids qui, pour effectuer leur séparation, doit être d'autant plus considérable, que le diamètre des hémisphères est plus grand.

Avant de faire le vide dans l'intérieur des hémisphères, l'air qui remplit leur capacité agit en vertu de son ressort avec une force qui balance la pression de l'air extérieur, et conséquemment il suffit de vaincre le poids d'un des deux hémisphères pour effectuer leur séparation. Mais du moment qu'on a fait le vide, l'air extérieur exerce sur la surface des deux hémisphères une pression efficace et d'autant plus grande, que le vide est plus parfait; on ne peut donc séparer les deux hémisphères qu'en opposant à la force qui les tient unis une force supérieure.

Pour dissiper tous les doutes qu'on pourroit faire naître sur cette explication, il suffit de savoir, 1°. que si, en ouvrant le robinet, on laisse rentrer l'air dans l'intérieur des deux hémisphères, ils se séparent par le moindre effort; 2°. que si l'on met ces deux hémisphères vidés d'air dans le récipient de la machine pneumatique, leur séparation s'effectue avec la plus grande facilité, du moment qu'on diminue la densité de l'air du récipient autant qu'est diminuée celle de l'air qui remplit la capacité des hémisphères.

C'est à *Otto de Guerike*, consul de Magdebourg, que nous devons les premiers hémisphères de ce genre qui aient été construits; il leur donna 3 décimètres (environ un pied) de rayon, et l'effort de la pression atmosphérique qu'ils soutenoient a été évalué 2699 kilogrammes (5399 liv.)

HERCULE. C'est le nom que les astronomes ont donné à une des constellations de la partie boréale du ciel, qui est située entre le Bouvier et la Lyre. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*.

HERMÉTIQUEMENT. Sceller hermétiquement un vase de verre, c'est le fermer, en faisant fondre à la lampe ou autrement, et couler en une seule surface continue les bords de son orifice, de manière que toute sa superficie se trouve alors d'une seule pièce et sans aucune discontinuité.

HÉRON (Fontaine de). *Voyez* Fontaine de Héron.

HÉRON (Pile de). *Voy.* Pile de Héron.

HÉTÉROGÈNE. On a donné ce nom aux corps qui se composent de molécules intégrantes de différente espèce.

HÉTÉROGÉNÉITÉ. Propriété qu'ont les corps, dont les parties intégrantes diffèrent entr'elles, soit par leur nature, soit par leur densité, soit par quelques propriétés. L'hétérogénéité convient à tous les corps qui nous sont offerts par la nature.

HÉTÉROSCIENS. Ce nom signifie *une ombre*, et on le donne aux peuples de la terre qui habitent les deux zones tempérées, et qui conséquemment sont situés entre les tropiques et les cercles polaires. Ces peuples ont, pendant toute l'année, leur ombre méridienne tournée vers le pôle qui est élevé sur leur horizon; de sorte

que les habitans de la zone tempérée boréale ont leur ombre à midi tournée vers le pôle arctique, et ceux qui habitent la zone tempérée australe ont leur ombre méridienne tournée vers le pôle antarctique.

HEURE. On divise le jour astronomique en vingt-quatre parties égales, qu'on appelle *heures*. (*Voy.* Jour astronomique.) Chaque heure se divise en soixante minutes, chaque minute en soixante secondes, et ainsi de suite. Il seroit sans doute plus simple de diviser le jour en dix heures, l'heure en cent minutes, la minute en cent secondes, etc.; mais l'usage a consacré la première division, qui est encore la plus généralement reconnue.

HIVER. C'est l'une des quatre saisons de l'année; il commence lorsque le soleil, s'éloignant de plus en plus du zénith, est parvenu à sa plus petite hauteur méridienne, c'est-à-dire, lorsqu'il est arrivé au point de l'écliptique qui coupe le colure des solstices, et il finit lorsque le soleil, se rapprochant ensuite de plus en plus du zénith, a atteint une hauteur méridienne moyenne entre sa plus grande et sa plus petite, c'est-à-dire, lorsqu'il est arrivé au point de l'écliptique qui coupe l'équateur. Ainsi, pour les peuples qui sont situés dans l'hémisphère boréal, l'hiver commence lorsque le soleil arrive au premier point du signe du Capricorne; savoir le 21 décembre (premier nivôse), et il finit lorsque le soleil arrive au premier point du signe du Bélier; savoir le 21 mars (30 ventôse). Mais pour les habitans de l'hémisphère austral, l'hiver commence lorsque le soleil arrive au premier point du signe du Cancer; savoir, le 21 juin (3 messidor), et il finit lorsque le soleil arrive au premier point du signe de la Balance, savoir le 22 septembre (premier vendémiaire).

Le jour où l'hiver commence est le plus court de tous, et conséquemment la nuit est la plus longue; car alors le soleil décrit le tropique du Capricorne, qui est de tous les parallèles à l'équateur le plus enfoncé sous l'horizon; conséquemment le soleil demeure au-dessus de l'horizon le moins de temps, et au-dessous le plus long-temps qu'il est possible. La différence de la longueur du jour à celle de la nuit est d'autant plus grande, que le lieu dont il s'agit a plus de latitude. (*Voyez* Latitude.

Le froid rigoureux qui se fait sentir pendant l'hiver vient principalement de deux causes; 1°. du peu de durée de la présence du soleil sur l'horizon; 2°. de la grande obliquité des rayons qui, partant de cet astre, tombent sur la surface de la terre. L'éloignement et la proximité du soleil ont une bien moindre influence que les causes que je viens d'indiquer, sur la production du froid et du chaud; car le soleil est moins éloigné de la terre au mois de décembre qu'au mois de juin; la différence est de 1,200,000 lieues, et cependant c'est alors que nous éprouvons les plus grands froids. (*Voyez* Saisons.)

HOLLANDAIS (Télescope). *Voyez* Télescope hollandais.

HOMOGÈNE. On dit qu'un corps est *homogène*, lorsque les molécules intégrantes dont il se compose sont de même espèce, de même densité, et qu'elles partagent les mêmes propriétés. Telle est l'eau distillée, tel est le mercure bien purifié, etc. etc.

HOMOGÉNÉITÉ. Propriété qu'ont les corps qui se composent de molé-

cules intégrantes parfaitement semblables. La nature ne nous offre aucun corps qui jouisse d'une homogénéité parfaite.

HORAIRES (Cercles). *Voyez* CERCLES HORAIRES.

HORIZON. Le spectateur placé sur la surface de la terre ne voit que la moitié des cieux. Le cercle qui, dans la sphère céleste sépare la partie visible de celle qui est invisible, lorsque les rayons ne sont pas interceptés par les inégalités de la surface de la terre, se nomme *horizon*. Le plan de ce cercle touche la terre au point où est placé le spectateur. Soit la terre T (*fig.* 81, *pl.* 9), le spectateur en S, PE *pe* la sphère celeste, HH est l'horizon; et comme le rayon terrestre s'évanouit relativement à l'immense distance des étoiles à nous, on peut prendre pour l'horizon HH le plan *hh* parallèle au premier, et passant par le centre de la terre. Le premier se nomme *horizon sensible;* le second, *horizon rationnel.*

On dit que les astres se lèvent lorsqu'ils paroissent sur l'horizon; on dit qu'ils se couchent lorsqu'ils s'abaissent au-dessous de l'horizon.

L'horizon a pour pôles, le zénith et le nadir. (*Voyez* ZENITH et NADIR.)

Toutes les fois qu'un observateur change de place, il change de zénith et conséquemment d'horizon.

C'est sur l'horizon que se mesurent les amplitudes des astres. (*Voyez* AMPLITUDE.)

HORIZON. (Pôles de l') *Voyez* POLES DE L'HORIZON.

HORIZONTAL. On donne cette épithète à ce qui est parallèle à l'horizon. Ainsi un plan qui est parallèle à l'horizon est un plan horizontal. Une ligne qui est parallèle à l'horizon est une ligne horizontale.

HORIZONTALE. (Ligne) *Voy.* LIGNE HORIZONTALE.

HORLOGE. C'est ainsi que les astronomes appellent une des constellations de la partie australe du ciel, qui est située au-dessus de la tête de l'Hydre mâle, entre l'extrémité méridionale de l'Eridan et le Réticule rhomboïde. C'est une des 14 nouvelles constellations formées par *Lacaille*, d'après les observations qu'il a faites au cap de Bonne-Espérance. Il a donné une figure très-exacte de cette constellation dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. 20. Elle est composée d'une pendule à secondes.

Cette constellation ne se montre jamais sur notre horizon. Les étoiles dont elle se compose ont une déclinaison méridionale trop grande pour pouvoir jamais se lever à notre égard.

HORLOGE. (Equation de l') *Voy.* EQUATION DE L'HORLOGE.

HORREUR DU VIDE. C'est une expression dont les anciens se servoient pour rendre raison de certains phénomènes dont ils ignoroient la véritable explication. C'est dans l'horreur du vide qu'ils cherchoient la cause de l'ascension de l'eau dans les pompes, et lorsque l'observation leur apprit que l'ascension de l'eau avoit une limite qu'elle ne pouvoit franchir, ils fixèrent le même terme à cette prétendue horreur du vide qu'ils attribuoient à la nature.

Grâces soient rendues à *Galilée* et surtout à son disciple *Toricelli*, d'avoir banni pour jamais de la physique ce principe imaginaire, consacré dans les anciennes écoles par les efforts combinés de l'ignorance et d'une sotte

vanité. (*Voy.* Baromètre, Pompe, Tube de Toricelli.)

HUMEURS DE L'ŒIL. Parties de l'œil plus ou moins fluides, qui sont renfermées entre les membranes dont cet organe se compose. Il y a dans l'œil deux sortes d'humeurs, savoir : *l'humeur aqueuse* et *l'humeur vitrée*. (*Voyez* Œil.)

HUMEUR AQUEUSE. C'est une liqueur très-limpide et très-claire dans laquelle l'iris nage, et qui se trouve dans l'espace qui sépare la cornée du cristallin. On l'appelle humeur aqueuse parce que sa force réfringente est à peu près égale à celle de l'eau.

HUMEUR VITRÉE. C'est une substance très-claire, mais d'une consistance gélatineuse qui est renfermée entre le cristallin et le fond de l'œil. On la nomme humeur vitrée parce que sa force réfringente est à peu près égale à celle du verre.

HUMIDE. On donne cette épithète à tout corps imprégné de molécules aqueuses. Un sel déliquescent devient humide s'il reste quelque temps exposé à l'air auquel il enlève, en vertu d'une attraction supérieure, les vapeurs aqueuses qui y sont répandues.

HUMIDITÉ. On appelle ainsi la disposition qu'ont les fluides ou des corps imbibés d'un fluide à mouiller d'autres corps qui les touchent : il faut pour cela que ces derniers aient plus d'attraction pour le fluide que le fluide n'en a pour lui-même ou pour les corps qui en sont imbibés. Ainsi l'eau mouille le verre, qui a pour l'eau plus d'attraction que l'eau n'en a pour elle-même ; ainsi le verre n'est pas mouillé par le mercure, parce que l'attraction du verre pour ce liquide n'a point assez d'activité et d'énergie pour vaincre la force qui unit ses molécules.

De tous les corps qui nous sont offerts par la nature, celui dont il nous importe le plus de connoître les différens degrés d'humidité, c'est sans doute ce fluide invisible et impalpable qui nous environne sans cesse, qui alimente notre existence, et que nous rendons à chaque instant dépositaire des signes de nos pensées et de nos affections.

Pour parvenir à cette connoissance, on fait usage d'un instrument connu sous le nom d'*hygromètre*. (*Voyez* Hygromètre).

HYADES. Les astronomes ont donné ce nom à un assemblage d'étoiles qui sont situées sur le front du Taureau. Leur nom dérive d'un mot grec qui signifie pleuvoir, parce que ces étoiles se levoient autrefois dans la saison des pluies.

HYDRAULIQUE. Science qui a pour objet le mouvement des fluides. (*Voyez* Écoulement des fluides).

HYDRE. C'est le nom que les astronomes ont donné à deux des constellations de la partie australe du ciel, dont l'une est appelée *Hydre femelle* et l'autre *Hydre mâle*. (*Voyez* Hydre femelle et Hydre mâle).

HYDRE FEMELLE. C'est le nom d'une des constellations de la partie australe du ciel, qui s'étend au-dessous du Lion et de la Vierge, et au-dessus de la Boussole, de la Machine pneumatique et du Centaure. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*. Il y a dans la constellation de l'Hydre femelle une étoile de la seconde grandeur, connue sous le nom du *cœur de l'Hydre*.

HYDRE MALE. C'est le nom d'une des constellations de la partie australe du ciel, qui est située au voisinage du pole-sud, entre le grand et

le petit Nuage. C'est une des douze constellations décrites par Jean *Bayer* et ajoutées aux quinze constellations méridionales de *Ptolemée*.

Cette constellation est une de celles qui ne paroissent jamais sur notre horizon. Sa déclinaison australe est trop grande pour lui permettre de se lever jamais à notre égard. *Lacaille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. 20.

HYDRODINAMIQUE. Science qui a pour objet le mouvement des fluides, ainsi que les lois d'équilibre et de pression qui les maîtrisent.

A l'article *fluides* nous traitons des lois d'équilibre et de pression auxquelles les fluides sont soumis. (*Voyez* Fluides). Quant au mouvement des fluides, ses principales lois sont exposées article *écoulement des fluides*. (*Voyez* Écoulement des fluides).

HYDROMÈTRE. C'est le nom que portent tous les instrumens qui servent à mesurer soit la pesanteur, soit la densité, soit la vitesse ou la force des fluides. Celui qui sert à mesurer la pesanteur spécifique des fluides se nomme *aréomètre*. (*Voyez* Aréomètre).

HYDROMÉTRIE. Science qui a pour objet de mesurer les diverses propriétés des fluides, ainsi que la manière de se servir des hydromètres. (*Voyez* Hydromètre).

HYDROSTATIQUE. Science qui a pour objet la pesanteur et l'équilibre des fluides. (*Voyez* Fluides).

HYDROSTATIQUE (Balance). *Voyez* Balance hydrostatique).

HYETOMÈTRE. Instrument qui sert à mesurer la quantité de pluie qui tombe : il consiste en un grand vase carré ou cylindrique qui n'est point susceptible de se laisser pénétrer par l'eau, et qu'on expose à la pluie qui tombe du sein de l'atmosphère. Toutes les fois qu'il a plu, on mesure exactement, aussitôt que la pluie a cessé, la hauteur de l'eau qui se trouve au fond du vase. Si cette hauteur est, par exemple, de deux lignes (environ 3 millimètres) on conclut que dans les environs il est tombé deux lignes d'eau, c'est-à-dire, que si toute l'eau qui est tombée étoit demeurée sur la surface de la terre, il se trouveroit sur cette surface deux lignes d'épaisseur d'eau.

Il arrive quelquefois que l'évaporation est assez considérable, même pendant la pluie, et si sa durée étoit longue, ce seroit une cause d'erreur : de-là vient qu'on couvre assez ordinairement le vase d'une espèce d'entonnoir, dont l'ouverture est égale à celle du vase et qui se termine par un petit tuyau. Par ce moyen, l'eau qui s'évapore, s'attachant aux parois inférieures de l'entonnoir, y glisse et retombe dans le vase ; il n'en peut sortir que ce qui peut passer par l'orifice du tuyau. Cette perte est si peu de chose, qu'on peut la négliger sans crainte d'erreur sensible.

Après avoir mesuré exactement la quantité d'eau qui peut couvrir le fond du vase de l'épaisseur d'une ligne, supposons que ce soit un litre ou une pinte, on peut adapter au fond du vase un robinet, par lequel on tirera l'eau chaque fois qu'il aura plu, et l'on comptera autant de lignes qu'on tirera de litres ou de pintes. La plupart des physiciens qui s'occupent de ce genre d'observations, font usage de ce procédé, qui est beaucoup plus commode et moins sujet à erreur.

HYGROMÈTRE. Instrument qui sert à mesurer les degrés de sécheresse ou d'humidité de l'air.

Parmi les corps qui nous sont offerts par la nature, plusieurs éprouvent un changement très-sensible de dimensions par l'influence de la sécheresse et de l'humidité : telles sont les cordes de chanvre ou de boyau ; tels sont les cheveux, la plupart des bois et particulièrement ceux de frêne, de sapin, de peuplier, etc. Cette propriété devoit naturellement donner naissance à un grand nombre d'hygromètres dont les principaux vont fixer notre attention.

L'humidité raccourcit peu à peu les cordes ; mais elles reprennent leur longueur ordinaire à mesure que l'humidité se dissipe. C'est sur ce principe donné par l'expérience qu'est fondée la construction de l'hygromètre suivant.

On attache une corde de chanvre ou de boyau à un crochet de fer et on laisse tomber l'autre extrémité de manière qu'elle réponde au centre d'une table horizontale. Cette extrémité porte une balle de plomb du poids d'un demi-kilogramme (environ une livre); on y attache un style, et on décrit de cette extrémité, comme centre, un cercle divisé en plusieurs parties égales. A mesure que l'humidité de l'air augmente ou diminue, l'index indique de combien la corde se tord ou se détord, et conséquemment l'augmentation ou la diminution de l'humidité ou de la sécheresse.

Le plus simple de tous les hygromètres à cordes se fait avec une corde de dix à douze pieds (environ 3 mètres) de longueur, que l'on tend foiblement dans une situation horizontale et dans un endroit à couvert de la pluie, quoiqu'exposé à l'influence de l'air libre : on attache au milieu un fil de laiton, au bout duquel on fait pendre un petit poids qui sert d'index et qui marque sur une échelle divisée en centimètres et en millimètres, ou en pouces et en lignes, les degrés d'humidité en montant et ceux de sécheresse en descendant.

On fait assez souvent des hygromètres avec un bout de corde à boyau, qu'on fixe d'un côté à quelque chose de solide et que l'on attache par l'autre perpendiculairement à une petite traverse, qui se tourne à mesure que la corde se tord ou se détord. Aux extrémités de cette petite traverse on place deux petites figures, dont l'une rentre et l'autre sort d'une petite maison qui a deux portiques, lorsque le sec ou l'humide fait tourner la corde ; et l'on fait porter un petit parapluie à celle des deux figures que le mouvement de la corde fait sortir lorsque l'humidité augmente. Les hygromètres que l'on construit de cette manière, ou d'une manière équivalente, en cachant la corde pour y mettre un air de mystère, sont de véritables jouets d'enfant.

Ils ne peuvent indiquer quel est l'état actuel de l'atmosphère par rapport à l'humidité ou à la sécheresse, puisqu'on les garde dans des appartemens fermés, et que la corde, qui en est la pièce principale, est renfermée dans un étui, et conséquemment inaccessible à l'influence de l'air extérieur.

Il est visible que le meilleur des hygromètres à cordes n'apprend presque rien autre chose, sinon que la corde est mouillée ou qu'elle est sèche ; car, 1°. l'humidité qui l'a une fois pénétrée n'en sort que peu à peu, et suivant l'exposition du lieu, le calme ou

l'agitation qui règne dans l'atmosphère ; et il arrive très-souvent que l'air a déjà perdu une grande partie de son humidité, avant que la corde puisse en donner le moindre signe. 2°. Tout ce qu'on peut attendre d'un hygromètre à corde, c'est qu'il fasse connoître s'il y a plus ou moins d'humidité dans l'air, par rapport au jour précédent ; et cet avantage est si foible, qu'il ne peut dédommager des soins qu'exige sa construction.

Deluc a imaginé un hygromètre, dont la partie principale est un tuyau cylindrique d'ivoire, fermé par un bout et ouvert par l'autre, auquel est adapté un tube de verre semblable à un tube de thermomètre ; le tuyau d'ivoire et une partie du tube de verre sont remplis de mercure, qui marque les degrés de sécheresse en montant, à mesure que le tuyau d'ivoire se rétrécit, et les degrés d'humidité en descendant, à mesure que le tuyau d'ivoire s'élargit par l'influence de l'humidité de l'air. *Deluc* a pris soin d'ajouter à cet instrument un correctif, pour soustraire l'effet de la chaleur sur le mercure, et n'en pas tenir compte.

La chimie fournit des substances, telles que les alcalis caustiques, l'acide sulfurique, etc, qui, par leur extrême avidité pour l'eau, peuvent servir d'hygromètre, même avec cette différence avantageuse, qu'elles donnent des résultats p ndérables ; mais outre l'embarras et l'impossibilité même de faire, avec ces substances, des instrumens comparables, on n'est jamais sûr, 1°. d'avoir employé des substances parfaitement pures ; 2°. d'avoir entièrement dépouillé d'eau la masse d'air examinée. Ces considérations suffisent pour justifier la préférence que les physiciens ont donnée à l'hygromètre de *Saussure*, dont nous allons donner la description.

Cet hygromètre est fondé sur la propriété qu'a le cheveu de se raccourcir par le desséchement, et de s'allonger par l'humidité.

On prend, pour le construire, un cheveu préparé d'une manière convenable ; un des deux bouts est attaché à un point fixe C (*fig.* 82, *pl.* 10.), et l'autre à la circonférence d'un petit cylindre mobile AB, qui porte à l'extrémité B l'aiguille G ; le cheveu est tendu par un contrepoids P de trois grains, suspendu à un fil de soie qui est roulé en sens contraire autour du même cylindre AB. A mesure que le cheveu s'allonge ou se raccourcit, il fait tourner le cylindre dans un sens ou dans l'autre, et conséquemment la petite aiguille, dont les mouvemens se mesurent sur la circonférence d'un cercle gradué EF, autour duquel l'aiguille fait sa révolution. Ainsi une variation très-petite dans la longueur du cheveu, devient sensible par le mouvement beaucoup plus considérable qu'elle occasionne dans l'extrémité de l'aiguille ; et il est visible qu'à des degrés égaux d'allongement ou de raccourcissement dans le cheveu, répondent des arcs égaux parcourus par l'aiguille.

Saussure a rendu comparables tous les hygromètres construits de cette manière, en donnant deux termes fixes à l'échelle : il en a pris un dans l'extrême de l'humidité, et l'autre dans celui de la sécheresse ; il détermine le premier en plaçant l'hygromètre sous un récipient de verre, dont il a mouillé exactement avec de l'eau toute la surface intérieure : l'air en se saturant de cette eau, agit par son humidité sur le cheveu pour l'allonger.

On humecte de nouveau et à plusieurs reprises l'intérieur du récipient ; et lorsque, par un séjour plus long sous le récipient, le cheveu cesse de s'étendre, on reconnoît que le terme de l'humidité extrême est arrivé.

Pour déterminer le terme de l'extrême sécheresse, on renferme l'hygromètre sous un récipient chaud et bien desséché, avec un morceau de tôle pareillement échauffé et couvert de potasse caustique. L'alcali exerce sa faculté absorbante sur ce qui reste d'humidité dans l'air environnant, et sollicite ainsi le cheveu à se raccourcir jusqu'à ce qu'il ait atteint le dernier terme de sa contraction. Les deux extrémités fixes de l'échelle une fois bien déterminées, on la divise en cent degrés.

Il importe de remarquer que la chaleur a sur le cheveu une influence qui modifie celle de l'humidité et de la sécheresse ; car, si la chaleur de l'air qui environne l'hygromètre reçoit un nouveau degré d'activité, sa faculté dissolvante à l'égard de l'eau est augmentée ; il enlève donc au cheveu une portion de l'eau qui le pénètre, et, à raison de cette soustraction, le cheveu est raccourci. D'un autre côté, la chaleur se communique au cheveu et agit pour l'allonger, quoique beaucoup plus foiblement : d'où il résulte que l'effet total se complique de deux effets partiels et contraires. Il importe donc, dans les observations délicates, de suivre en même temps la marche du thermomètre et de l'hygromètre, afin de pouvoir démêler l'effet principal ou le degré d'humidité de l'air d'avec l'effet auquel la chaleur donne naissance.

L'hygromètre ne peut, dans aucun cas, mesurer l'humidité absolue de l'air. Pour rendre cette vérité sensible, supposons le cheveu de l'hygromètre dépouillé de toute humidité et l'air qui l'environne complétement saturé d'eau. Dans cette hypothèse, l'attraction de l'air pour l'eau est nulle, tandis que celle du cheveu pour le même liquide est à son maximum, et nous pouvons la supposer égale à 6. En vertu de son attraction supérieure, le cheveu enlève à l'air, dans le premier instant, un degré d'humidité ; et comme les attractions diminuent à mesure qu'elles avancent vers leur terme de saturation, l'attraction du cheveu pour l'eau devient 5, et celle de l'air 1. Dans le second instant, le cheveu enlève à l'air un autre degré d'humidité : son attraction pour l'eau devient 4, et celle de l'air 2. Dans le troisième instant, le cheveu enlève à l'air un nouveau degré d'humidité : l'attraction du cheveu pour l'eau devient donc 3, ainsi que celle de l'air pour le même liquide. Il y a alors équilibre entre les deux attractions ; et cet équilibre marque le terme où la tendance du cheveu pour l'eau cesse de se satisfaire : d'où il résulte que l'hygromètre ne peut mesurer l'humidité absolue de l'air ; il désigne seulement le rapport qui existe entre telle dose d'humidité et tel degré de dilatation du cheveu.

L'eau complétement dissoute par l'air n'est pas sensible à l'hygromètre ; elle a perdu la propriété de mouiller qui la distingue dans l'état de liquidité, et elle a acquis les propriétés du fluide élastique qui la tient en dissolution : de là vient qu'elle ne trouble pas sa transparence, et qu'elle se trouve souvent en grande quantité dans l'atmosphère sans donner aucun signe de sa présence.

Quel est donc le véritable usage de

l'hygromètre? Il désigne la présence de l'eau dans l'air qui l'environne, au moment où elle se dissout et au moment où elle se précipite : de là vient que si l'on prend de cet air sec et chaud que l'atmosphère renferme pendant les ardeurs brûlantes de l'été, et qu'on le plonge dans la glace, son immersion est marquée par une précipitation de gouttelettes d'eau, et c'est alors qu'on voit l'hygromètre en annoncer la présence.

HYGROSCOPE. Cet instrument est le même que l'hygromètre. (*Voy.* Hygromètre).

HYPOTHÈSE. C'est une supposition gratuite, sans être contraire à aucun principe fondé sur l'expérience, ni à aucune des lois généralement reconnues.

Lorsque l'hypothèse satisfait à un grand nombre des circonstances qui accompagnent le phénomène, qu'on se propose d'expliquer par son moyen, elle acquiert quelques degrés de probabilité. Si toutes les circonstances se plient avec facilité à l'hypothèse proposée, elle porte l'empreinte de la vraisemblance, qui peut ensuite, par le laps du temps, se convertir en certitude. Ainsi l'hypothèse de la rotation de la terre et de sa translation dans l'écliptique, imaginée par *Copernic* pour expliquer les phénomènes célestes, se montre aujourd'hui avec tous les caractères qui accompagnent la certitude.

Les hypothèses sont quelquefois utiles en physique, parce qu'elles servent à lier des faits qui, sans elles, seroient le plus souvent isolés et indépendans les uns des autres; mais elles sont souvent dangereuses, et cela arrive toutes les fois qu'on ne les classe pas d'après le degré de leur probabilité. (*Voyez* les articles Théorie et Système).

I

IMAGE. C'est ainsi qu'on appelle la représentation d'un objet ou son apparence, peinte par les rayons lumineux, qui, partant de chacun de ses points visibles, sont ou réfléchis ou réfractés. (*Voyez* Vision).

L'endroit où ces rayons réfléchis ou réfractés se réunissent, est le lieu de l'image. Il n'est pas toujours facile de déterminer le lieu apparent de l'image d'un objet que l'on voit, soit par réfraction, comme à travers un verre, soit par réflexion, comme dans un miroir. (*Voyez* Lieu apparent et Miroir).

IMMERSION. On entend par immersion, dans les éclipses, le moment où un astre commence à entrer dans l'ombre de celui qui l'éclipse; et dans les éclipses totales de soleil ou de lune, l'on appelle immersion totale le moment où l'astre est entièrement plongé dans l'ombre.

IMPALPABLE. Un corps est dit impalpable lorsqu'il se compose de molécules qui jouissent d'une si grande ténuité, qu'on ne peut les distinguer par les sens et particulièrement par celui du toucher. (*Voyez* Toucher).

IMPÉNÉTRABILITÉ. Propriété en vertu de laquelle deux corps ne peuvent occuper en même temps la même place.

Un homme abandonné au seul organe de la vue, pourroit se former une idée de l'étendue des corps; il lui seroit impossible d'acquérir celle de leur impénétrabilité. C'est au tact que nous devons l'idée de cette propriété de la matière. Lorsque nous touchons

des corps solides, lorsque nous faisons effort pour les comprimer, nous éprouvons une résistance, qui nous garantit leur impénétrabilité. L'impénétrabilité des corps solides est donc une propriété incontestable qui n'a besoin d'aucune preuve. Celle des liquides ne se manifeste pas d'une manière aussi sensible; la grande mobilité de leurs molécules, l'extrême facilité qu'elles ont à céder, sans effort, à la plus légère pression, peut faire naître des doutes sur leur impénétrabilité. L'impénétrabilité des fluides aériformes doit paroître encore plus équivoque. L'air atmosphérique nous touche sans cesse; il nous touche partout également. L'habitude nous a rendu son contact si familier, que nous avons besoin de réflexion pour reconnoître l'impression qu'il fait sur nous. Il oppose à tous nos mouvemens une résistance réelle, et cette résistance échappe le plus souvent à nos sens et à notre attention; aussi allons-nous invoquer le témoignage de l'expérience pour prouver l'impénétrabilité de l'air atmosphérique. L'impénétrabilité de ce fluide une fois bien établie, la force de l'analogie nous conduira à conclure que tous les corps, soit gazeux, soit liquides, jouissent de la même propriété.

Expérience.

Après avoir rempli un vase de cristal d'eau bien claire, jusqu'aux deux tiers ou environ de sa capacité, on attache une bougie allumée sur une tranche de liége, de manière que le tout soit spécifiquement plus léger que l'eau, et on met flotter la tranche de liége sur la surface du fluide. Si l'on descend ensuite verticalement, l'orifice en bas et avec promptitude, un vase plus étroit que le premier, on voit la bougie, constamment allumée, parvenir jusqu'au fond de l'eau.

Le vase qu'on descend verticalement, dans cette expérience, contient un volume d'air qui remplit sa capacité. Cette masse fluide, quoique peu dense, est pourtant composée de parties solides, qui, en vertu de leur impénétrabilité, se comportent, à l'égard de l'eau qu'elles rencontrent, comme tout autre corps dont les parties seroient unies: c'est pourquoi la bougie fixée sur la tranche de liége, doit descendre jusqu'au fond de l'eau sans s'éteindre.

Quoique l'air renfermé dans le vase s'oppose à l'eau qui fait effort pour y entrer, sa résistance n'est point telle qu'il l'en exclue entièrement. Nous verrons ailleurs que l'air est compressible, et qu'il peut, quand on l'y force, se resserrer dans un espace plus étroit; nous verrons aussi qu'un corps plongé dans un fluide, y est d'autant plus pressé, que son immersion est plus profonde. Ces deux principes, une fois supposés, expliquent fort bien pourquoi l'eau s'élève un peu dans le vase qu'on fait descendre dans l'eau, malgré la résistance de l'air qu'il renferme: mais, à quelque profondeur que le vase soit plongé, jamais l'eau ne réduira le volume d'air à zéro, pour en occuper toute la place; ce qui suffit pour prouver que les fluides aériformes jouissent de l'impénétrabilité.

Pour peu qu'on réfléchisse sur l'expérience précédente, il est aisé de voir, 1°. pourquoi, quelque grande que soit la force qu'on emploie pour enfoncer le piston dans une pompe, on ne peut jamais lui faire toucher le fond; 2°. pourquoi l'on ne remplit

point un vase lorsqu'on le plonge l'orifice en bas; 3°. pourquoi l'entonnoir, dont le canal remplit trop exactement le col étroit d'une bouteille, n'est point propre à y introduire une liqueur; 4°. pourquoi du papier, attaché au fond d'un verre, ne se mouille pas lorsqu'on fait descendre le verre, verticalement et l'orifice en bas, dans une masse d'eau; 5°. pourquoi le papier se mouille, si le fond du verre est percé, dans son épaisseur, d'un orifice; pour si étroit qu'on le suppose.

Il nous reste à établir l'impénétrabilité du fluide lumineux. Quoique ce fluide se dérobe au sens du toucher, quoique ses molécules soient d'une ténuité qui effraie notre imagination, tout nous porte cependant à croire qu'il partage l'impénétrabilité avec tous les autres corps de la nature. Une lumière trop forte blesse l'organe de la vision; nos yeux ne peuvent se fixer sur des corps qui répandent une clarté éblouissante: le fluide lumineux se réfléchit à la rencontre des miroirs; il se réfracte dans le diamant et dans les autres corps transparens; il se divise au travers de l'angle d'un prisme, en rayons de diverses couleurs. Toutes ces propriétés, vraiment dignes de notre admiration, jointes à beaucoup d'autres que nous dévoilerons ailleurs, n'attestent-elles pas hautement l'impénétrabilité du fluide lumineux?

On dit communément qu'un clou pénètre le bois dans lequel on l'enfonce; que l'eau et l'alcool, mêlés ensemble, se pénètrent mutuellement. Il est aisé de voir qu'il n'y a ici qu'une pénétration apparente. Dans le premier cas, il y a déplacement des parties du bois par le clou qu'on enfonce; mais l'espace que le clou occupe n'est occupé en même temps par aucune molécule du bois; dans le second cas, l'espace occupé par l'eau et l'alcool réunis, est moindre que la somme des espaces occupés par ces deux fluides isolés, parce qu'ils ont chassé, en se combinant, une portion du calorique interposé entre leurs molécules, et l'expulsion du calorique se démontre par l'augmentation de température du mélange.

IMPÉNÉTRABLE. On donne cette épithète aux corps qui ne permettent point à d'autres corps d'occuper toute la place qu'ils occupent eux-mêmes, à moins qu'on ne les force à la quitter. D'après ce que nous avons dit à l'article *impénétrabilité*, il est visible que tous les corps sont impénétrables.

IMPERMÉABILITÉ. Propriété qu'ont certaines matières de ne pas se laisser traverser par d'autres. L'imperméabilité ne convient qu'à certaines substances; on peut même dire qu'elle ne leur convient qu'en partie, c'est-à-dire, qu'elles sont imperméables à certaines matières, et non à d'autres. Une vessie, par exemple, est imperméable à l'air; elle ne l'est pas à l'eau: le marbre est imperméable à l'eau; il ne l'est pas à l'alcool. Le verre est imperméable à presque toutes les substances; il ne l'est pas au fluide lumineux.

IMPERMÉABLE. On donne cette épithète aux substances qui ne se laissent point traverser par d'autres. (*Voy.* IMPERMÉABILITÉ.)

IMPULSION. Action qu'exerce un corps sur un autre, en vertu de laquelle il se meut ou tend à se mouvoir. Cette action se compose de la masse et de la vitesse du corps qui donne l'impulsion.

INCENDIE. (Pompe d') *Voyez* POMPE D'INCENDIE.

INCIDENCE. Ligne suivant laquelle un mobile est dirigé vers un autre qu'il va toucher. (*Voyez* LIGNE D'INCIDENCE.)

INCIDENCE. (Angle d') *Voy.* ANGLE D'INCIDENCE.

INCIDENCE. (Axe d') *Voyez* AXE D'INCIDENCE.

INCIDENCE. (Ligne d') *Voyez* LIGNE D'INCIDENCE.

INCIDENCE. (Obliquité d') *Voy.* OBLIQUITÉ D'INCIDENCE.

INCIDENCE. (Point d') *Voyez* POINT D'INCIDENCE.

INCIDENT. On donne cette épithète à un rayon lumineux qui tombe sur une surface. Un tel rayon se nomme rayon incident.

INCLINAISON DES ORBES PLANÉTAIRES. C'est l'angle que fait le plan de ces orbes avec le plan de l'écliptique.

Si l'on observe les planètes dans le cours de leurs révolutions sydérales, en remarquant leurs distances des étoiles fixes qui les avoisinent, on s'aperçoit qu'elles ne répondent pas tout à fait aux mêmes points du ciel, lorsqu'elles passent à la même longitude, au voisinage des mêmes étoiles. Une planète qui, dans une de ses révolutions aura passé au nord ou au-dessus d'une étoile, pourra, dans la révolution suivante, passer au sud ou au-dessous de la même étoile et être plus ou moins distante de l'écliptique, c'est-à-dire, avoir plus ou moins de latitude. On remarque, d'ailleurs, que les planètes sont tantôt au nord, tantôt au sud de l'écliptique; ce qui fait voir que leurs orbites ne sont point dans le plan de l'écliptique, et conséquemment que les plans de ces orbites font des angles plus ou moins grands avec celui de l'écliptique. Ce sont ces angles qu'on appelle inclinaisons des orbites des planètes.

Les plans des orbes planétaires passent tous par le centre du soleil. Cela est évident à l'égard du plan de l'orbite de la terre; car le soleil ne nous paroît jamais sortir de l'écliptique : d'ailleurs si l'on observe la déclinaison du soleil en été et en hiver, par rapport à l'équateur, ou la trouve la même de part et d'autre; ce qui ne pourroit point être, si le plan de l'orbe de la terre ne passoit point par le centre du soleil. Il en est de même à l'égard des autres planètes : car si l'on observe leurs plus grandes latitudes ou leurs plus grandes distances au nord et au sud de l'écliptique, on les trouve égales de part et d'autre, quand on les rapporte au soleil; et l'on remarque aussi que leurs nœuds ou leurs intersections avec l'écliptique, sont à 180 degrés l'un de l'autre, rapportés au soleil; ce qui ne pourroit pas avoir lieu si les plans de ces orbes ne passoient pas tous par le centre du soleil. Mais quoique ces plans passent tous par le centre du soleil, ils sont différemment inclinés entr'eux et sur le plan de l'écliptique. On peut en juger par la table suivante.

Table de l'inclinaison des orbes planétaires au plan de l'écliptique.

Noms des planètes.	Deg.	Min.	Sec.
Mercure. . . .	6	55	30
Vénus.	3	23	10
La Terre. . . .	0	0	0
Mars.	1	51	5
Cérès.	10	37	0
Pallas.	34	39	0
Junon.	21	0	0
Jupiter.	1	19	38
Saturne	2	30	40
Uranus.	0	46	12

Le plan de l'orbe lunaire est incliné au plan de l'écliptique d'environ 5 degrés. C'est cette inclinaison qui fait qu'il n'y a pas toujours éclipse de soleil et de lune dans les conjonctions et les oppositions de la lune avec le soleil. (*Voy.* Eclipse.)

INCOMPRESSIBILITÉ. Propriété d'un corps qui ne pourroit être réduit à un moindre volume par une force finie. Cette propriété ne convient à aucun corps de la nature. (*Voyez* Compressibilité.)

INCOMPRESSIBLE. Cette épithète conviendroit à des corps qui ne pourroient être comprimés, c'est-à-dire, réduits à un moindre volume par une force finie. (*Voy.* Compressibilité.)

INCLINAISON DE L'AIMANT. C'est la propriété qu'ont tous les aimants d'être plus attirés par un des pôles magnétiques de la terre que par l'autre.

On peut se convaincre de cette propriété par une expérience bien simple : on pose sur un pivot une aiguille de boussole non aimantée, de manière qu'elle s'y tienne horizontalement; du moment qu'elle a reçu la vertu magnétique, elle prend une position plus ou moins oblique : l'angle que forme alors la direction de l'aiguille avec un plan horizontal, se nomme inclinaison de l'aiguille. Cet angle varie dans les différens points de la terre; ceux où il est nul, se nomment points sans inclinaison.

Il est facile de rendre raison de cette expérience au moyen des lois qui maîtrisent le magnétisme (*voy.* Magnétisme). Supposons que l'aiguille tourne librement sur son pivot; son pôle nord se dirigera vers le pôle sud de l'aimant terrestre, et son pôle sud vers le pôle nord du même aimant. Cela posé, le magnétisme terrestre fera naître quatre forces qui solliciteront l'aiguille; deux de ces forces tendront à faire pencher vers la terre son pôle nord, et deux autres son pôle sud. Les forces qui tendent à faire pencher son pôle nord vers la terre, sont l'attraction que le pôle sud de la terre exerce sur le pôle nord de l'aiguille, et la répulsion qu'il exerce sur le pôle sud de la même aiguille; les forces qui sollicitent le pôle sud vers la terre, sont l'attraction qu'exerce sur lui le pôle nord de la terre, et la répulsion de ce même pôle sur le pôle nord de l'aiguille. Si l'aiguille est placée dans notre hémisphère boréal, les deux dernières forces sont les plus grandes, parce que le pôle nord étant moins éloigné que le pôle sud, il exerce sur l'aiguille une action plus forte; le pôle sud de l'aiguille doit donc s'incliner vers la terre. Si, au contraire, l'aiguille étoit placée dans l'hémisphère austral, ce seroient les deux premières forces qui l'emporteroient sur les deux autres, et le pôle nord pancheroit vers le sol. Enfin, sur l'équateur magnétique, les deux pôles magnétiques de la terre exercent des actions égales et qui font des angles égaux avec l'horizon; l'aiguille ne doit donc s'incliner ni d'un côté ni de l'autre.

Humbold, dans son *Voyage sur le continent de l'Amérique*, s'est occupé de déterminer l'équateur magnétique de la terre; on la courbe, sur laquelle l'inclinaison magnétique se trouve nulle. Il l'a rencontré à 7°,7369 (7° 4') de latitude australe, et 89°, 6481 (80° 41') de longitude occidentale.

Biot est parti de ce résultat et d'un

autre de *la Peyrouse* qui l'avoit rencontré sur les côtes du Brésil, par 12°, 1666 (10°57′) de latitude australe, et 28°,2407 (25°25′) de longitude occidentale. Ce physicien, supposant que l'équateur magnétique doit être un grand cercle de la sphère terrestre, a trouvé que son inclinaison sur l'équateur terrestre est de 11°,0247 (10° 58′ 56″), et que les deux points où ces deux cercles se coupent, sont éloignés du méridien de Paris, l'un de 133°,3719 (120°2′ 5″) à l'occident, ce qui le place auprès des îles Gallapagos; l'autre de 66°,6281 (59°57′55″) à l'orient de Paris, dans la mer des Indes. Cette détermination s'accorde avec celle de *Wilke* et de *Lemonnier*, ce qui semble prouver que l'équateur magnétique n'a pas subi de grands changemens depuis 40 années.

On peut calculer d'après la supposition précédente, les points où l'axe de l'équateur magnétique rencontre la surface de la terre. Le point correspondant au pôle boréal est à 97°,7975 (79°1′ 4″) de latitude boréale, et à 33°,3719 (30°2′5″) de longitude occidentale de Paris. L'autre point est opposé à celui-ci, et conséquemment à 166°,6281 (149°67′55″) de longitude orientale, et à 33°,3719 (30° 2′ 5″) de latitude australe.

INDIEN. C'est le nom que les astronomes ont donné à une des constellations de la partie australe du ciel, qui est située au-dessus du Microscope et au-dessus de l'octant, entre le Paon et la grue. C'est une des douze constellations décrites par *Jean Bayer*, et ajoutées aux quinze constellations australes de *Ptolémée*. *Lacaille* en a donné une figure très exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. 20.

Cette constellation est une de celles qui ne paroissent jamais sur notre horizon : les étoiles dont elle se compose ont une déclinaison australe trop grande pour qu'elle puisse jamais se lever à notre égard.

INDIGO. C'est la couleur d'un des sept rayons dont se compose principalement le fluide lumineux. (*Voy.* Couleurs.) C'est la sixième en commençant par le rouge.

Les corps que nous voyons sous la couleur d'indigo ne nous paroissent tels que parce que leur surface réfléchit les rayons de cette couleur plus abondamment que les autres.

INDIVISIBILITÉ. Propriété qu'auroit un corps dont les molécules intégrantes ne pourroient être séparées par un moyen quelconque. Aucun corps ne jouit de l'indivisibilité : elle appartient exclusivement aux molécules élémentaires. (*Voy.* l'article Divisibilité de la matière et Molécules élémentaires.)

INDIVISIBLE. Epithète qui conviendroit à un corps qui seroit absolument insécable. Il n'y a que les molécules élémentaires qui soient insécables et conséquemment indivisibles.

INERTIE. L'inertie est une de ces propriétés qu'on ne peut définir avec exactitude qu'après en avoir constaté l'existence.

Expérience.

Soit un corps d'une grandeur et d'un poids déterminés, par exemple, une boule de plomb, pesant 183,42 grammes (6 onces), suspendue librement par un fil dans un air tranquille; et une autre boule de plomb semblable, pareillement suspendue, qui va heurter la première avec une force comme 4.

L'expérience fait voir que la boule en repos reçoit de celle qui la frappe, une portion de sa force; et que cette dernière perd dans le choc, ce que l'autre paroît avoir acquis. Le même effet a lieu, si la boule choquée n'est pas en repos, pourvu qu'elle ait moins de mouvement que la seconde. Celle-ci perd dans le choc une portion de sa force, égale à celle que reçoit la première.

Il résulte, de cette expérience, qu'un corps sollicité à se mouvoir, ne reçoit de mouvement qu'autant qu'il en fait perdre la même quantité aux corps qui agissent sur lui. Lorsqu'un corps vient en frapper un autre, ils se partagent toute la quantité de mouvement; et ce qu'il y a de remarquable, c'est que ce partage se fait comme si c'étoit une chose purement matérielle. Le corps choqué reçoit du mouvement aux dépens du corps choquant, à peu près comme un vase se remplit aux dépens d'un autre qui se vide.

L'inertie est indépendante de la résistance de l'air, 1°. le choc des corps offre le même résultat dans le vide, qu'en plein air; 2°. l'air fait lui-même partie de la question qui nous occupe, car il s'agit de savoir si l'inertie convient à tous les corps en général; et l'air sollicité à se mouvoir, ne se refuse au mouvement qu'en vertu de son *inertie*.

L'inertie ne peut être regardée comme un effet de la pesanteur; si elle avoit la pesanteur pour cause, elle seroit différente, selon la différente direction des corps qui sont en mouvement : elle seroit nulle dans ceux qui se meuvent horizontalement; et cependant, il est aisé de remarquer que l'inertie se trouve également dans un corps en mouvement, quelque direction qu'on lui suppose.

L'inertie ne peut être regardée comme une force inhérente à la matière. Toute force fait naître le mouvement, ou du moins une tendance au mouvement. Telle est l'idée qu'on doit attacher à ce mot *force*. Ainsi la pesanteur est une force, parce qu'elle tend sans cesse à précipiter les corps vers le centre de la terre. Si elle ne produit pas toujours son effet, c'est qu'un obstacle invincible s'y oppose; mais du moment que l'obstacle est levé, elle agit avec efficacité, et le corps se précipite. L'inertie, loin de produire du mouvement ou une tendance au mouvement, sollicite, au contraire, les corps à persévérer dans l'état où ils se trouvent; ils résistent même à tout changement d'état, en vertu de leur inertie; mais cette résistance n'est pas l'effet d'une force particulière; elle doit être regardée comme une loi de la nature, en vertu de laquelle un corps ne peut acquérir du mouvement par l'action d'un autre corps, sans l'en dépouiller.

Ces notions sur l'inertie nous conduisent à établir deux lois qui maîtrisent tous les corps de la nature.

Première loi.

Tout corps tend à persévérer dans son état de mouvement ou de repos, à moins qu'une cause étrangère ne l'en fasse sortir.

Un corps en repos ne peut se donner aucun mouvement, puisqu'il ne renferme pas en soi de raison, pour se mouvoir dans un sens plutôt que dans un autre.

Un corps en mouvement doit se mouvoir toujours selon la même direc-

tion, à moins qu'un obstacle invincible ne s'y oppose ; car il n'y a aucune raison pour que le corps s'écarte plutôt à droite qu'à gauche de sa direction primitive. Il doit encore se mouvoir d'un mouvement uniforme, s'il n'éprouve pas de résistance ; comment, en effet, un corps incapable de se donner un mouvement, pourroit-il altérer celui qu'il a reçu? D'ailleurs, nous observons tous les jours que la durée des mouvemens augmente dans le même rapport que les obstacles diminuent ; ce qui nous porte à croire que les mouvemens seroient perpétuels s'il n'y avoit aucun obstacle. Ajoutons à ces preuves celle qui nous est offerte par les mouvemens célestes, qui, depuis un grand nombre de siècles, n'ont éprouvé aucune altération sensible, et cette loi de la nature ne nous paroîtra pas équivoque.

Deuxième loi.

La réaction est toujours égale et contraire à l'action.

Lorsqu'un corps va en frapper un autre en repos, l'action que le premier exerce sur le second lui communique une quantité de mouvement. Mais on peut, avant l'action, concevoir le second animé par cette quantité de mouvement, et par une autre égale et directement opposée ; l'action du corps choquant se réduit ainsi à détruire cette dernière quantité de mouvement ; mais pour cela il doit employer une quantité de mouvement égale et contraire, qui sera détruite : d'où il résulte que dans l'action mutuelle des corps, la réaction est toujours égale et contraire à l'action.

Cette loi de la nature se manifeste de la manière la moins équivoque dans un grand nombre de phénomènes ; l'aimant attire le fer comme il en est attiré ; nous observons la même chose dans les attractions et répulsions électriques, dans le développement des forces élastiques et même des forces animales ; quel que soit le principe moteur de l'homme et des animaux, il est certain qu'ils reçoivent par la réaction de la matière, une force égale et contraire à celle qu'ils lui communiquent, et qu'ainsi, sous ce rapport, les mêmes lois maîtrisent les êtres sensibles et les êtres inanimés.

Mais le repos des corps, lorsqu'ils éprouvent une application mutuelle des parties, atteste encore plus hautement l'égalité de l'action à la réaction ; car quoique ces corps se pressent réciproquement, et qu'ils puissent céder facilement, l'un ne fait pas changer de place à l'autre. Si, avant le contact de ces corps, on met entr'eux un obstacle qui empêche qu'ils ne s'approchent sans empêcher leur action mutuelle, l'obstacle est en repos avec les corps, quoiqu'il ne soit retenu par aucune force, et il est constant qu'il est pressé également de part et d'autre, pendant que ces corps s'attirent mutuellement.

Les phénomènes qui appartiennent à l'inertie des solides, diffèrent de ceux qui regardent l'inertie des fluides.

Les premiers sont principalement le choc des corps, le mouvement composé, le mouvement curviligne que font naître les forces centrale et centrifuge ; l'équilibre dans les machines, et les résistances qui résultent, soit de la roideur des cordes, soit du frottement qu'éprouvent les corps en glissant ou en roulant les uns sur les autres.

Les seconds ont pour objet les différentes lois que les fluides observent

dans leur pression, l'équilibre des corps flottans et des corps plongés, la détermination des pesanteurs spécifiques, les circonstances qui accompagnent l'écoulement des liquides; enfin les résistances que les fluides opposent au mouvement des corps. (*Voyez* les mots respectifs qui désignent ces différens phénomènes.)

INFÉRIEUR. (Hémisphère). *Voy.* Hémisphère inférieur.

INFLAMMABLE (Air). *Voy.* Gaz hydrogène.

INFLEXIBILITÉ. Propriété qu'auroit un corps dont la dureté seroit telle, qu'il ne pourroit céder à l'effort d'aucune puissance. La nature ne nous offre aucun corps de cette espèce.

INFLEXIBLE. Cette épithète conviendroit à un corps qui ne pourroit céder à aucune force comprimante.

INFLEXION. C'est une espèce de déviation que souffrent les rayons lumineux lorsqu'ils rasent les bords d'un corps opaque. C'est la même chose que ce qu'on appelle diffraction. (*Voy.* Diffraction).

INFORMES. Épithète par laquelle on caractérise les étoiles qui ne sont pas comprises dans les constellations qu'on a formées.

INHÉRENT. On donne cette épithète aux propriétés qui résident, ou que l'on croit résider dans les corps, indépendamment d'aucune cause ou action extérieure.

INSIPIDE. Epithète que l'on donne aux corps qui ne font aucune impression sensible sur l'organe du goût: telle est l'eau distillée, la silice, etc.

INSIPIDITÉ. Qualité des corps qui ne sont pas susceptibles d'affecter l'organe du goût d'une manière sensible.

INSPIRATION. Acte par lequel tous les animaux à poumons reçoivent de l'air, dont bientôt après ils expirent une partie. (*Voyez* Respiration).

INTÉGRANTES. (Molécules) *Voy.* Molécules intégrantes).

INTENSE. Epithète qui signifie à peu près la même chose que *fort, grand*: ainsi l'on dit une chaleur bien *intense*, pour désigner une grande chaleur.

INTENSITÉ. Ce mot désigne la force d'une puissance ou l'énergie d'une qualité quelconque, comme la chaleur, le froid, l'élasticité, l'électricité, etc.

INTERMITTENCE. Intervalle pendant lequel un effet cesse d'avoir lieu. Par exemple, une fontaine intermittente est celle qui alternativement coule et cesse de couler: l'intervalle pendant lequel elle cesse de couler est ce qu'on nomme *intermittence*.

INTERMITTENT. Epithète qu'on donne à ce qui a lieu et qui cesse alternativement: ainsi l'on appelle fontaines intermittentes celles qui coulent pendant un certain temps, qui cessent de couler, mais dont l'écoulement recommence ensuite. (*Voyez* Fontaine).

INTERMITTENTE (Fontaine). *Voyez* Fontaine intermittente.

INTERMITTENTES (Sources). *Voy.* Sources intermittentes.

INTERSTELLAIRE. On donne cette épithète aux espaces qui se trouvent entre les étoiles, et qui sont situés au-delà de notre système planétaire; c'est là sans doute que sont placés les autres systèmes planétaires, dans l'hypothèse qu'ils existent et qu'ils se meuvent chacun autour d'une étoile fixe qui est le centre de leur mouvement,

ainsi que le soleil est le centre de notre système.

INTERSTICE. C'est ainsi qu'on nomme les petits espaces qui séparent les molécules intégrantes des corps et qui sont vides, de la propre substance de ces corps. (*Voy.* Pores).

INTERVALLE. C'est une grandeur quelconque, soit en étendue, soit en durée : ainsi l'on peut dire; de tel objet à tel autre, il y a un intervalle de tant de mètres; tel phénomène s'est passé dans l'intervalle d'une heure.

INTUS-SUSCEPTION. Accroissement d'un corps qui se fait par l'addition d'une substance qui se répand dans tout l'intérieur de la masse : ainsi l'on dit que les animaux et les végétaux croissent par *intus-susception.*

INVISIBLE. On donne cette épithète à tout ce qui échappe à l'organe de la vision, ou par sa transparence, ou par son extrême ténuité, ou par son grand éloignement.

INVISIBLE (Hémisphère). *Voy.* Hémisphère invisible.

INVISIBILITÉ. Propriété qu'ont certains corps d'échapper à l'organe de la vision : les fluides aériformes jouissent presque exclusivement de cette propriété.

IRIS. (*Voyez* Arc-en-ciel).

IRIS DE L'ŒIL. On appelle ainsi un cercle peint de différentes couleurs qui borde la prunelle. (*Voyez* Pupille). Ce cercle a reçu le nom d'*iris* à cause de sa ressemblance avec l'arc-en-ciel. On remarque à la face postérieure de l'iris des fibres longitudinales par l'action desquelles la prunelle peut se dilater; on y observe aussi des fibres circulaires, par la contraction desquelles la prunelle peut se resserrer. (*Voyez* Œil).

IRRADIATION. Action par laquelle le soleil lance ses rayons. C'est cette action qu'on appelle *irradiation* des rayons solaires.

On nomme aussi *irradiation* cette espèce d'atmosphère lumineuse qui environne les astres et qui fait qu'ils nous paroissent plus grands qu'ils ne sont réellement. L'effet de cette irradiation est quelquefois si considérable que *Tycho-Brahé* estimoit le diamètre de Vénus douze fois plus grand qu'il ne paroît dans les lunettes, et *Kepler* l'estimoit sept fois trop grand. Depuis l'invention des lunettes, et surtout depuis l'invention du micromètre de *Huyghens*, on a eu sur la grandeur apparente des astres, des notions beaucoup plus exactes. En faisant paroître les objets mieux terminés et mieux circonscrits, les lunettes diminuent considérablement la quantité de l'irradiation : de là vient qu'à la vue simple les étoiles paroissent plus grosses que lorsqu'on les considère à la faveur du télescope.

ISOCHRONE. Ce mot désigne l'égalité des temps pendant lesquels des mouvements s'effectuent. Les vibrations d'un pendule sont isochrones, si ce pendule conserve toujours la même longueur et s'il décrit toujours des arcs égaux, parce qu'alors ces vibrations sont de même durée. (*Voy.* Pendule).

ISOCHRONISME. Propriété des mouvements qui s'exécutent dans des temps égaux.

ISOLÉ. Terme d'électricité. Un corps est isolé lorsqu'il est environné de toute part de corps auxquels il ne peut transmettre la vertu électrique,

c'est-à-dire, de corps qui ne s'électrisent pas par communication. (*Voyez* Isoler.)

ISOLER. Isoler un corps c'est l'environner de toutes parts de corps qui ne peuvent lui enlever l'électricité qui l'anime. Ces corps doivent donc être mauvais conducteurs de fluide électrique. Tels sont le verre, les résines, la soie, etc.

On peut isoler un corps de différentes manières :

1°. En le suspendant à des cordons de soie ou de crin;

2°. En le plaçant sur un gâteau de résine, de soufre, de cire d'Espagne, etc.;

3°. En le plaçant sur un guéridon de verre, s'il est léger et de peu de volume; ou sur un tabouret garni de pieds de verre, s'il est lourd et pesant;

4°. En le soutenant sur du bois bien séché au four, et frit ensuite dans l'huile bouillante.

ISOLOIR. On a imaginé autant d'isoloirs qu'il s'est présenté de corps mauvais conducteurs du fluide électrique. Des gâteaux de poix ou de résine ont été d'abord très en usage. On les a abandonnés ensuite pour leur substituer des tabourets garnis de pieds de verre qu'on recouvre d'une couche de résine. Un homme, par exemple, se tient facilement debout sur un tabouret construit de cette manière, et s'il communique avec le conducteur de la machine électrique en mouvement, il reçoit l'électricité et la conserve parce qu'il est environné exclusivement d'air et de verre qui ne reçoivent point l'électricité par communication.

J

JAUNE. C'est la couleur d'un des sept rayons dont se compose principalement le fluide lumineux. Elle vient après le rouge et l'orangé qui sont les couleurs des rayons les plus forts et les moins réfrangibles. Toutes les autres, savoir : le verd, le bleu, l'indigo et le violet, suivent le jaune et appartiennent à des rayons moins forts et conséquemment plus réfrangibles.

Un corps nous paroît jaune parce que les lames qui composent sa surface sont disposées de manière à réfléchir à nos yeux les rayons jaunes en plus grand nombre que les autres.

JET. (Amplitude d'un) *Voy.* Amplitude d'un jet.

JET D'EAU. Filet d'eau qui jaillit avec vitesse par l'ouverture d'un tuyau.

La vitesse d'un fluide qui s'échappe par un orifice percé au fond d'un vase, égale celle qu'acquerroit un corps tombant librement de la surface supérieure du fluide jusqu'à l'orifice (*voy.* Ecoulement des fluides); et la vitesse qu'acquiert un corps tombant librement d'une certaine hauteur, est suffisante pour le faire remonter à la hauteur dont il est descendu (*voy.* Chute des corps et Pesanteur); d'où il résulte que la vitesse d'un fluide qui s'échappe par un orifice fait au fond d'un vase, peut le faire monter à la hauteur de celui que le vase renferme, pourvu qu'à la faveur d'un tuyau de conduite recourbé dans sa partie inférieure, on donne à son mouvement une direction de bas en haut.

Si le diamètre de l'ouverture par laquelle le fluide doit s'échapper égale celle du tuyau, le fluide ne s'élèvera jamais à la hauteur fixée, 1°. parce que le fluide s'attache aux parois du tuyau en vertu de la force attractive, ce qui l'empêche de descendre libre-

ment ; 2°. parce que le fluide éprouve contre les parois du tuyau un frottement considérable qui retarde la chute du fluide, et empêche par conséquent le jet de s'élever à la hauteur qu'il devroit atteindre.

Mais si l'on suppose que le diamètre du tuyau restant le même, celui de l'ouverture du jet soit moindre qu'auparavant, le fluide s'élève beaucoup plus haut que dans le cas précédent : sa chute est alors moins rapide, et conséquemment les molécules du fluide n'éprouvent pas contre les parois du tuyau un frottement si considérable.

Il importe donc que l'ouverture du jet soit plus étroite que celle du tuyau ; mais gardons-nous de croire que, cette condition étant remplie, le fluide monte verticalement jusqu'au plan du niveau de celui qui remplit le réservoir : plusieurs causes s'y opposent.

1°. La vitesse avec laquelle un fluide jaillit diminue à chaque instant, et la colonne du fluide jaillissant est composée de parties qui ont différente vitesse à différente hauteur. Toutes les parties de la colonne, qui a partout le même diamètre, se meuvent nécessairement avec la même vitesse : cette colonne devient donc plus large à chaque instant, pendant que la vitesse du fluide diminue. Cette dilatation a pour cause l'impétuosité du fluide qui suit, qui retarde partout la vitesse.

2°. Lorsque le fluide est arrivé au point le plus élevé de sa course, et qu'il a par conséquent perdu tout son mouvement, il reste dans la partie supérieure de la colonne ; il y est soutenu un instant par le fluide qui suit, avant que de couler vers les côtés. Pendant ce temps le mouvement du fluide qui suit est retardé, et ce retard se communique à toute la colonne. On diminue cette cause de retard en inclinant un peu la direction du fluide. *Toricelli* a fait voir, et l'expérience confirme, qu'un fluide jaillissant monte à une plus grande hauteur, sa direction étant un peu inclinée à l'horizon, que lorsqu'elle est verticale ; mais cette inclinaison diminue la beauté du spectacle, qui est toujours plus varié, et par conséquent plus agréable à la vue, lorsque le fluide jaillissant a une direction verticale.

3°. Le fluide jaillissant éprouve aux bords de l'ouverture du jet, un frottement qui augmente à mesure que le diamètre de l'ouverture diminue relativement au diamètre du tuyau ; car le frottement du fluide jaillissant est comme la circonférence de l'ouverture, ou comme son diamètre ; mais la quantité de fluide qui sort par l'ouverture est comme la surface de l'ouverture, c'est-à-dire, comme le quarré de son diamètre : d'où il résulte que si le diamètre d'une ouverture est double de celui d'une autre ouverture, le frottement sera dans le rapport de 2 à 1, tandis que la quantité de fluide sera dans le rapport de 4 à 1 ; et conséquemment la même quantité de fluide éprouve dans le premier cas une fois moins de frottement que dans le second. Il est aussi évident qu'en augmentant la vitesse, on augmente le frottement ; c'est pourquoi il faut augmenter l'ouverture proportionnellement à la hauteur du fluide jaillissant, afin de diminuer le frottement d'un côté, pendant qu'il augmente de l'autre. Mais cette augmentation de l'ouverture a une limite que l'on ne peut franchir sans produire dans la hauteur du jet une diminution considérable, qui doit toujours avoir lieu lorsque le diamètre de l'ouverture du jet égale le diamètre du tuyau.

On donne ordinairement la figure d'un cône tronqué aux extrémités des tuyaux par lesquels on fait jaillir l'eau: elle éprouve à cette extrémité un frottement considérable, et son mouvement devient irrégulier. Pour corriger ce défaut, on couvre l'extrémité d'une lame plane et bien polie, percée d'un trou dont les côtés doivent être aussi très-polis. Par ce moyen, l'eau s'élève à une plus grande hauteur, elle conserve même toute sa transparence, parce qu'elle s'élève d'un mouvement tout à fait régulier.

4°. Le fluide jaillissant éprouve de la part de l'air une résistance sensible; il résiste, comme tous les corps, en vertu de son inertie: le fluide jaillissant exerce son action sur ses molécules, qui retardent par leur réaction le mouvement du fluide. De plus, l'air enveloppe toute la colonne du fluide jaillissant, dont le diamètre augmente à mesure qu'elle s'élève; il forme ainsi une espèce de canal, dans lequel le fluide éprouve un frottement qui altère sa vitesse.

De tous les physiciens connus, il n'en est aucun qui ait fait ni plus d'expériences, ni plus d'intéressantes observations sur les fluides jaillissans, que le célèbre *Mariotte*. C'est à lui que nous devons de connoître comment on doit diriger les tuyaux, quel diamètre ils doivent avoir par rapport à celui de l'ouverture du jet, enfin quelle est la hauteur à laquelle il faut élever le réservoir pour avoir un jet d'une hauteur donnée. Voici les résultats auxquels *Mariotte* a été conduit par une suite d'expériences bien faites.

HAUTEUR du jet en pieds.	HAUTEUR qu'on doit donner au réservoir.	HAUTEUR du jet en mètres.	HAUTEUR DU RÉSERVOIR.
	pieds. pouces.	mètres.	mètres.
5	5 + 1	1,624	1,624 + 0,027
10	10 + 4	3,248	3,248 + 0,108
15	15 + 9	4,872	4,872 + 0,240
20	20 + 16	6,496	6,496 + 0,431
25	25 + 25	8,120	8,120 + 0,676
30	30 + 36	9,744	9,744 + 0,974
35	35 + 49	11,368	11,368 + 1,326
40	40 + 64	12,992	12,992 + 1,732
45	45 + 81	14,616	14,616 + 2,192
50	50 + 100	16,240	16,240 + 2,707
60	60 + 144	19,488	19,488 + 3,897
70	70 + 196	23,736	23,736 + 5,304
80	80 + 256	25,984	25,984 + 6,928
90	90 + 324	29,232	29,232 + 8,769
100	100 + 400	32,780	32,780 + 10,826

JOUR. Dans la vie civile, on appelle *jour* l'intervalle du temps qui s'écoule depuis le lever jusqu'au coucher du soleil : la nuit est le temps pendant lequel le soleil reste au-dessous de l'horizon.

On appelle jour astronomique le temps qui s'écoule du moment que le soleil quitte le méridien d'un lieu, jusqu'à ce qu'il revienne à ce même méridien. Ce jour surpasse la durée d'une révolution du ciel, qui forme le jour sydéral : car, tandis que dans le temps d'une révolution du ciel, le soleil, par son mouvement diurne, est emporté d'orient en occident, il s'avance, en vertu de son mouvement propre, d'occident en orient dans l'écliptique ; d'où il résulte que s'il traverse le méridien au même instant qu'une étoile, le jour suivant il y arrivera plus tard, et que dans l'intervalle d'une année, il passera une fois de moins que l'étoile au méridien.

Les jours astronomiques ne sont pas égaux. 1°, parce que le soleil ne parcourt pas tous les jours un espace égal dans l'écliptique, l'excès du jour astronomique sur le jour sydéral n'est pas constamment le même ; 2°. l'écliptique est incliné à l'équateur ; d'où il résulte que quand même le soleil avanceroit également tous les jours dans l'écliptique, l'excès du jour astronomique sur le jour sydéral ne seroit pas constant ; car le mouvement du soleil étant oblique à l'équateur, il faut le décomposer en deux, dont l'un soit parallèle à l'équateur, et l'autre perpendiculaire. Il ne faut considérer que le mouvement parallèle pour déterminer l'excès du jour astronomique sur le jour sydéral ; et il est évident que cet excès est inégal par la différente inclinaison de l'écliptique et par la différente distance du soleil au pôle. Quelquefois ces causes d'inégalité concourent ensemble ; quelquefois elles sont opposées.

Le jour astronomique se divise en vingt-quatre parties égales qu'on appelle heures. Chaque heure se divise en 60 minutes, chaque minute en 60 secondes, et ainsi de suite.

L'inégalité des jours astronomiques doit évidemment faire varier en différens jours les parties qui les composent. Les astronomes les réduisent à l'égalité, en considérant le nombre des heures d'une ou de plusieurs révolutions dans l'écliptique, et divisant le temps total en autant de parties égales qu'il y a d'heures, dont vingt-quatre font un jour. On appelle temps *moyen* celui dont on rend les parties égales par cette méthode, et la réduction se nomme *équation du temps*. Dans la détermination des mouvemens périodiques des corps célestes, il est toujours question des jours et des heures du temps moyen.

La durée du jour est constamment de douze heures pour tous les peuples situés sous l'équateur : dans cette position, la sphère est droite ; l'équateur et tous ses parallèles sont partagés en deux parties égales par l'horizon : les jours sont donc constamment égaux aux nuits, c'est-à-dire, de 12 heures.

Les habitans des pôles, s'il y en a, ont la sphère parallèle : la moitié de l'écliptique est sur leur horizon ; le soleil leur est visible pendant le temps qu'il emploie à la parcourir ; il devient invisible lorsqu'il parcourt l'autre moitié. Ces peuples voient le soleil se lever et se coucher une fois dans l'année : elle est donc composée d'une seule nuit et d'un seul jour, dont la réfraction prolonge cependant la durée. Les habitans du pôle boréal ont le soleil

sur l'horizon, pendant qu'il décrit les six premiers signes depuis le Bélier jusqu'à la balance. Aussi, à ce pôle, le jour surpasse-t-il la nuit d'environ sept jours astronomiques, sans compter l'augmentation produite par la réfraction.

Les habitans de la terre situés entre l'équateur et les pôles, ont la sphère oblique. L'équateur et tous ses parallèles sont coupés obliquement par l'horizon. L'équateur est coupé au centre; mais tous ses parallèles sont coupés à différentes distances du centre; ce qui produit, dans la durée des jours, une grande variété. A mesure que le soleil s'avance de l'équateur vers le tropique du Cancer, ses hauteurs méridiennes sur notre horizon croissent de plus en plus. Les arcs des parallèles qu'il parcourt augmentent chaque jour, et font croître la durée des jours jusqu'à ce que le soleil, parvenu au tropique du Cancer, ait acquis sa plus grande hauteur méridienne; il redescend ensuite vers l'équateur, le traverse de nouveau, et de là, décrivant des arcs qui vont chaque jour en décroissant, il parvient au tropique du Capricorne, où sa hauteur méridienne est à son maximum : parvenu à ce terme, il remonte vers l'équateur.

La latitude des peuples situés entre l'équateur et les cercles polaires, est moindre que 66 degrés et demi, ainsi que la distance du pôle à l'horizon, tandis que la distance du pôle au tropique est de 66 degrés et demi : les horizons de tous les peuples situés entre l'équateur et les cercles polaires, coupent donc le tropique et tous les parallèles : d'où il résulte que le soleil doit se lever et se coucher pour eux, pendant la durée de chaque jour astronomique.

La latitude des peuples situés sous le cercle polaire, est de 66 degrés et demi, ainsi que l'élévation du pôle : la distance du pôle à l'horizon, égale donc la distance du pôle au tropique; et conséquemment, le tropique effleure l'horizon des peuples placés sous le cercle polaire : d'où il résulte qu'une fois dans l'année, le soleil fait une révolution diurne dans laquelle il ne descend pas au-dessous de l'horizon.

Quant aux peuples situés entre les pôles et les cercles polaires, leur latitude est plus grande que 66 degrés et demi, ainsi que l'élévation du pôle : la distance du pôle à l horizon surpasse donc celle du pôle au tropique, qui se trouve conséquemment sur l'horizon avec un nombre de parallèles d'autant plus grand que les peuples sont plus près des pôles. Le jour et la nuit durent donc d'autant plus pour ces peuples que le lieu qu'ils habitent est moins éloigné du pôle, jusqu'à ce qu'enfin il n'y a au pôle qu'un jour et qu'une nuit dans l'année.

JOURDAIN (Fleuve du). C'est le nom d'une des constellations de la partie boréale du ciel, qui est située au-dessous de la grande Ourse. C'est une des onze nouvelles constellations qu'*Augustin Royer* a ajoutées aux anciennes, et sous lesquelles il a rangé les étoiles qui étoient demeurées informes. Cette constellation a été donnée depuis par *Hévélius*, sous le nom de *Chiens de chasse*. (*Voy.* CHIENS DE CHASSE.)

Une partie de cette constellation demeure constamment sur notre horizon.

JOURS CANICULAIRES. On appelle ainsi les jours pendant lesquels la chaleur est ordinairement la plus

grande. Ce qu'arrive entre la fin de juillet et la fin d'août.

Ces jours ont reçu leur nom d'une étoile très-brillante appelée la *Canicule*, qui est située dans la constellation du grand Chien; elle se lève et se couche avec le soleil pendant les jours caniculaires.

JUNON. Nouvelle planète supérieure dont nous devons la découverte à *Harding*, et qui est située entre Pallas et Jupiter.

Junon se meut comme toutes les autres planètes, dans un orbe elliptique dont le centre du soleil occupe un des foyers.

Sa révolution sydérale s'effectue d'occident en orient dans l'intervalle de 5 ans et demi.

L'inclinaison de son orbite est de 21 degrés.

Son excentricité est du quart du rayon.

La distance de Junon au soleil est d'environ 100 millions de lieues, et conséquemment un peu plus grande que celle de Cérès et de Pallas.

Son diamètre apparent est de deux secondes et demi suivant *Lalande*. *Herschel* le diminue beaucoup ainsi que ceux de Cérès et de Pallas.

Son diamètre réel est d'environ 515 lieues suivant *Lalande*.

JUPITER. Jupiter la plus grande et, après Vénus, la plus brillante de toutes les planètes, se meut autour du soleil dans un orbe elliptique dont le plan est incliné à celui de l'écliptique de 1 degré 19 minutes 38 secondes.

La distance moyenne de la terre au soleil étant 1, Jupiter est éloigné de cet astre dans sa moyenne distance de 5,202778.

Le rapport de l'excentricité à la distance moyenne est 0,048077.

La durée de sa révolution sydérale ou son temps périodique est de 4332 jours 12 heures 20 minutes 9 secondes.

Jupiter est animé d'un mouvement de rotation, qui s'effectue dans l'intervalle de 9 heures 56 minutes.

Le diamètre apparent de Jupiter est de 3 minutes 13 secondes 42 tierces.

Son diamètre réel est à celui de la terre dans le rapport de $11\frac{1}{5}$ à 1.

Le volume de Jupiter est à celui de la terre à peu près dans le rapport de 1479 à 1.

Sa densité est à celle de la terre à peu près comme 23 à 100.

Sa masse est à celle de la terre à peu près comme 340 à 1.

Le grand axe de l'orbe de Jupiter est au grand axe de l'orbe de la terre, à peu près comme 52 à 10.

Le vrai lieu de l'aphélie de Jupiter étoit en 1750, suivant *Cassini*, à 6 signes 10 degrés 14 minutes 33 secondes, et suivant *Lalande*, à 6 signes 11 degrés 4 minutes, c'est-à-dire, à 10 degrés 4 minutes de la Balance.

L'orbite de Jupiter embrassant celle de la terre, son mouvement doit être rétrograde aux environs de l'opposition, et direct aux environs de la conjonction, comme celui de toutes les planètes supérieures. (*Voy.* l'article DIRECTION DES PLANÈTES.)

Jupiter est accompagné de quatre satellites qui se meuvent d'occident en orient dans des orbes elliptiques dont Jupiter occupe le foyer, et qui sont emportés avec lui dans son mouvement de translation autour du soleil. (*Voy.* SATELLITES DE JUPITER.)

On observe sur le disque de Jupiter plusieurs bandes obscures, sensiblement parallèles entr'elles et à l'écliptique, et dont le nombre varie suivant les circonstances. On en a vu jusqu'à huit; dans d'autres temps on n'en voit qu'une, mais le plus souvent on en distingue trois. Celle qui se fait toujours remarquer a plus de largeur que les autres; elle est située dans la partie boréale de son disque, au voisinage de son centre.

On aperçoit aussi à la surface de Jupiter des taches dont le mouvement atteste la rotation de la planète. (*Voy.* MOUVEMENT DES PLANÈTES.)

JUPITER. (Bandes de) *Voyez* BANDES DE JUPITER.

JUPITER. (Satellites de) *Voy.* SATELLITES DE JUPITER.

JUXTA-POSITION. Accroissement d'un corps qui se fait par l'apposition d'une nouvelle matière sur la surface d'une autre. Les minéraux croissent par *juxta-position*.

K

KEPLER. (Lois de) *Voy.* LOIS DE KEPLER.

L

LAMES MAGNÉTIQUES. Ce sont des lames d'acier, qui ont reçu la vertu magnétique, et qui sont propres à la communiquer à d'autres lames d'acier fortement trempé. Différens procédés ont été imaginés pour donner à ces lames les propriétés magnétiques. (*Voy.* sur cet objet l'article AIMANT ARTIFICIEL.)

LANTERNE MAGIQUE. Machine qui sert à faire paroître en grand dans une chambre obscure, sur un mur blanchi ou sur une toile enduc, de petites figures transparentes tracées sur du verre.

Cette machine, dont nous devons l'invention au *P. Kirker*, est composée d'une caisse de bois ou de fer blanc dont un des côtés s'ouvre à charnières pour donner la liberté d'y placer convenablement le corps lucide. Sur un des fonds de cette caisse est adapté un miroir concave AB (*fig.* 83, *pl.* 10), d'environ 5 ou 6 pouces de foyer, au-devant duquel, et un peu plus près de lui que le foyer des rayons parallèles, on place une lampe ou une grosse bougie allumée C. Le miroir réfléchit en grande quantité les rayons lumineux sur le verre lenticulaire D*d* de six pouces de foyer; et par là l'objet E*e* se trouve fortement éclairé. A 6 pouces de distance de la lentille D*d* est situé un second verre lenticulaire G*g*, qui, de même que le premier, a 6 pouces de foyer. Les rayons qui composent chaque faisceau M*m*, partant de chaque point de l'objet E*e*, en traversant ce verre, de divergens qu'ils étoient sont rendus parallèles; et ces faisceaux deviennent convergens entr'eux. Après s'être croisés, ils vont traverser le troisième verre H*h*, qui doit avoir environ un pied de foyer. Ce verre diminue un peu la divergence qu'avoient pris ces faisceaux en se croisant, et rend convergens entr'eux les rayons qui forment chaque faisceau, dont les extrémités vont au point de convergence, peindre en grand l'image K*k*.

On peut produire le même effet, et d'une manière plus brillante, en faisant tomber sur la figure peinte E*e* un gros rayon solaire, auquel on donne cette direction à la faveur d'un miroir placé en dehors de la fenêtre, au vo-

let de laquelle est adapté le tuyau qui porte les lentilles; mais alors on supprime le miroir concave, la lampe et la première lentille D*d*.

A l'époque de l'invention de la lanterne magique, on employoit exclusivement de simples figures peintes sur de petits verres, dont les images paroissoient sans mouvement et sans vie. On s'est occupé ensuite d'animer en quelque sorte les images, et pour cela il suffit que la figure soit tracée en partie sur un verre fixe, en partie sur un verre mobile. La figure 84, planche 10, représente un moulin qui, à l'exception des quatre ailes, est peint sur un verre sans mouvement. Les quatre ailes sont représentées sur un verre mobile de forme circulaire, que l'on fait tourner avec une corde sans fin, par le moyen de la manivelle B adaptée à la roue A.

LARME BATAVIQUE ou LARME DE VERRE. Petite portion de verre en fusion, qui a été subitement refroidie, en la laissant tomber dans l'eau fraiche, et qui a pris la forme d'une larme.

Les larmes bataviques présentent un phénomène singulier qui consiste en ce qu'elles résistent victorieusement aux efforts qu'on fait pour les briser, même à l'aide d'un gros marteau, lorsqu'on dirige le coup vers la partie epaisse de la larme, tandis qu'il suffit d'en casser la queue avec les doigts pour déterminer une rupture accompagnée d'une espèce d'explosion.

Pour expliquer ce phénomène, il importe de remarquer, que lorsqu'on laisse tomber dans l'eau froide une petite portion de verre en fusion, le refroidissement se fait de couche en couche, en commençant par celle qui est en contact immédiat avec le liquide. La couche extérieure est donc celle qui se condense la première; et ainsi de suite successivement jusqu'à celle qui est la plus voisine du centre, et qui, perdant son calorique plus lentement que les autres, se solidifie la dernière. Les couches intérieures qui se durcissent les dernières, forcent donc les extérieures à se plier vers elles à peu près comme un arc se tend par le raccourcissement de sa corde. Lorsque le choc d'un corps aigu, ou une rupture faite avec les doigts dans la partie la plus mince de la larme, détermine la séparation des parties internes, les couches externes se débandent comme autant de ressorts; et comme elles sont composées de parties qui ont entr'elles peu de liaison, elles se brisent en se débandant. La même chose arrive aux corps élastiques d'une matière fragile, qui ne peuvent se prêter à toute l'étendue de leur réaction, parce qu'il est rare qu'ils soient également flexibles dans tous les sens. Ce qui confirme cette explication, c'est que les larmes bataviques perdent la propriété de se casser ainsi, si on les fait recuire sur des charbons jusqu'à ce qu'elles commencent à s'amollir.

On avoit d'abord soupçonné l'influence de l'air sur la production de ce phénomène; mais ce soupçon s'est évanoui du moment que la machine pneumatique a fait voir que la rupture de la larme étoit indépendante de la présence de l'air.

LATITUDE. Distance d'un lieu à l'équateur terrestre. Elle est *boréale* ou *australe*, suivant que le lieu dont on cherche la latitude est situé dans l'hémisphère *boréal* ou dans l'hémisphère *austral*.

La latitude d'un lieu étant détermi-

née, ou détermine le cercle de latitude ; c'est un cercle qui passe par ce lieu parallèlement à l'équateur.

Pour comparer les situations respectives de différens lieux, il faut marquer les lieux sur chaque cercle de latitude ; ce qui se fait en concevant un méridien passant par quelque lieu remarquable, qui, par sa section sur tous les cercles de latitude, détermine le point d'où l'on mesure les distances des lieux. Ce méridien pris à volonté, se nomme premier méridien. (*Voy.* Méridien.)

La hauteur du pôle, c'est-à-dire son élévation au-dessus de l'horizon est toujours égale à la latitude. Soit l'horizon HH (*fig.* 85, *pl.* 10.) l'équateur CD ; Z est le zénith, et P le pôle. La hauteur du pôle est l'arc PH ; la latitude est l'arc ZC. Ces deux arcs ont le même complément ZP, et sont conséquemment égaux.

Lorsqu'on est dans un lieu dont on veut connoître la latitude, il suffit de déterminer la hauteur du pôle, et cela est facile par le procédé que nous avons décrit à l'article *hauteur astronomique*. (*Voyez* Hauteur astronomique.)

LATITUDE. (Cercles de) *Voyez* Cercles de latitude.

LATITUDE. (Degrés de) *Voyez* Degrés de latitude.

LATITUDE D'UN ASTRE. C'est sa distance à l'écliptique, mesurée par l'arc d'un grand cercle perpendiculaire à l'écliptique, compris entre l'astre et l'écliptique. Ce cercle se nomme cercle de latitude. (*Voy.* Cercle de latitude.) La latitude d'un astre est boréale ou australe suivant qu'il est situé du côté du pôle nord ou du côté du pôle sud.

Il est visible qu'un astre, une étoile par exemple, qui se trouve dans l'écliptique n'a point de latitude, et que celle qui seroit précisément au pôle de l'écliptique auroit le maximum de la latitude, c'est-à-dire 90 degrés.

LATITUDE GÉOCENTRIQUE. Les astronomes donnent ce nom à l'angle sous lequel l'observateur terrestre voit la distance perpendiculaire du centre d'une planète à l'écliptique. (*Voy.* Géocentrique.)

LATITUDE HÉLIOCENTRIQUE. On appelle ainsi l'angle sous lequel paroîtroit, vue du soleil, la distance perpendiculaire du centre d'une planète à l'écliptique. (*Voy.* Héliocentrique.)

LÉGÈRETÉ. Propriété d'un corps qui auroit une tendance dans une direction contraire à celle de la gravité. Aucun des corps que nous offre la nature ne jouit de la *légèreté absolue*.

LEGÈRETÉ RESPECTIVE. Un corps jouit de la *légèreté respective*, lorsque, donné le même volume, il pèse moins qu'un autre corps auquel on le compare.

LENTICULAIRE. On donne cette épithète à tout corps qui a la forme d'une lentille.

LENTILLE. C'est un verre taillé en forme de lentille, du moins d'un côté. Ces sortes de verres sont ordinairement convexes des deux côtés, ou du moins ils sont convexes d'un côté et plans de l'autre. Dans le premier cas on les appelle *convexo-convexes* ou *bi-convexes*, dans le second ils portent le nom de *plan-convexes*.

On a observé qu'un corps transparent de forme sphérique a la propriété de rassembler au foyer, des rayons

lumineux et parallèles qui tombent sur sa surface. Mais on a remarqué en même temps que ces foyers étoient très-foibles à cause de la grande épaisseur du verre qu'ils ont à traverser. Les physiciens ont fait disparoître cet inconvénient en prenant, au lieu du corps sphérique entier, deux segmens très-minces qui, étant rapprochés l'un de l'autre, forment le corps lenticulaire. Par ce moyen, l'épaisseur de la lentille est beaucoup diminuée, les rayons la traversent en plus grand nombre, et la vivacité du foyer est beaucoup plus considérable.

La forme sphérique qu'on donne ordinairement aux lentilles, n'est point la plus propre à faire converger les rayons dans le plus petit espace. La courbure elliptique auroit sans doute mérité et obtenu la préférence. Mais il est très-difficile de l'obtenir; encore même avec elle ne réussiroit-on pas à rassembler tous les rayons parallèles en un seul point, puisque le fluide lumineux se compose de rayons de différente réfrangibilité. (*Voyez* Couleurs.)

Les lentilles ont la propriété d'amplifier les objets. Cela vient de ce que les rayons, soit parallèles, soit convergens, soit divergens, se réunissent après les deux réfractions, en formant des angles plus grands.

L'image de cet objet paroît derrière la lentille dans un endroit plus éloigné que celui où l'objet est placé. Cela vient de ce que les rayons de chaque pinceau partant de chaque point de l'objet deviennent par les réfractions moins divergens, et ont ainsi leur point fictif plus éloigné. Mais pour que l'image de l'objet soit vue derrière la lentille, il faut que l'objet soit plus voisin de la lentille que le foyer des rayons parallèles. Car si l'objet étoit plus éloigné que le foyer des rayons parallèles, les rayons de chaque pinceau étant trop peu divergens en arrivant à la surface de la lentille, deviendroient, en la traversant, parallèles ou même convergens. Dans le cas du parallélisme il n'y auroit point de réunion; et conséquemment on ne verroit point l'image derrière la lentille. Dans le cas de la convergence, l'image pourroit se montrer entre la lentille et l'œil; et alors elle seroit nécessairement renversée, parce qu'il n'y a que des rayons qui se sont croisés entre l'objet et la lentille, qui puissent ensuite converger au même œil.

C'est cette image qui vient se former en deçà de la lentille qui est le principe sur lequel est fondée la construction des lunettes; car dans une lunette, c'est cette image et non le corps qui est l'objet immédiat de la vision. (*Voyez* Lunette.)

Les lentilles ayant la propriété de diminuer la divergence des rayons, font entrer dans l'œil des rayons qui seroient perdus sans leur secours; et sous ce rapport les lentilles doivent augmenter la clarté des objets. Mais d'un autre côté il y a beaucoup de rayons réfléchis ou éparpillés en entrant, en sortant, et dans l'épaisseur du verre. Ce qui quelquefois diminue plus la clarté, que la réunion des rayons ne l'augmente.

Si l'on place une lentille bi-convexe, de manière que son axe passe par le soleil, alors les rayons de cet astre qui traversent la lentille, se rassemblent dans un petit espace, et la lentille bi-convexe devient un verre ardent.

Expérience.

Soit une lentille bi-convexe de deux

décimètres (environ 7 pouces de diamètre), située de manière qu'un des rayons du soleil coïncide avec l'axe de la lentille; si elle rassemble, à un mètre (environ 3 pieds 11 lignes) de distance, les rayons parallèles qui partent de tous les points du soleil, et qu'à cette distance, on y présente un corps combustible sur lequel tombe l'image solaire, il s'enflamme subitement. Mais cette image n'étant pas très-petite, tant à cause de la grandeur du soleil, qu'à cause de la grandeur de la lentille, l'image est imparfaite. On diminue cet espace où se fait la combustion, à la faveur d'une seconde lentille convexe qui rend les rayons plus convergens. Cette seconde lentille est absolument nécessaire lorsque la première a 6 ou 7 décimètres (2 ou 3 pieds) de diamètre. Par ce moyen on donne au feu un grand degré d'activité.

Trudaine a fait construire à Paris, une lentille formée par deux segmens qui ont 2597 millimètres (8 pieds) de rayon. On les réunit avec art, et on remplit d'alcool l'intervalle qu'ils laissent entr'eux. Cette lentille est montée sur un charriot, de manière qu'on peut la mouvoir en tous sens, afin de suivre les différens aspects du soleil. Le foyer qui a 33 millimètres (15 lignes) de diamètre, est situé à 3571 millimètres (11 pieds) du centre. Le fer, l'argent et l'or s'y fondent presque subitement.

Les propriétés des lentilles que nous venons d'exposer, reposent sur des principes qui sont solidement établis dans l'article qui traite de la réfraction du fluide lumineux. (*Voyez* RÉFRACTION DU FLUIDE LUMINEUX.)

LEVANT. C'est la même chose qu'orient. (*Voyez* ORIENT.)

LEVER D'UN ASTRE. C'est l'instant où un astre commence à se montrer sur l'horizon. Ainsi le moment où l'on commence à apercevoir le soleil à l'horizon, est l'heure de son lever. Il en est de même de tous les corps célestes.

LEVER ACHRONIQUE. Le lever d'une étoile est dit achronique, lorsque cette étoile se lève le soir au moment où le soleil se couche. De sorte que c'est le moment du coucher du soleil, qui règle le lever achronique des étoiles.

LEVER COSMIQUE. Le lever d'une étoile est dit cosmique, lorsque cette étoile se lève le matin en même temps que le soleil; de manière que c'est le moment du lever du soleil qui règle le lever cosmique des étoiles.

Le lever cosmique d'une étoile, précède de 12 ou 15 jours son lever héliaque. (*Voyez* LEVER HÉLIAQUE.)

LEVER HÉLIAQUE. Le lever d'une étoile ou d'une constellation est dit héliaque, lorsque cette étoile ou cette constellation commence à se montrer le matin, en se levant un peu avant que la clarté crépusculaire soit assez considérable pour la faire disparoître. Il faut, pour cela, que le soleil, après avoir traversé la constellation ou après s'être levé en même temps que l'étoile, s'en soit assez éloigné pour se lever environ une heure plus tard qu'elle: sans cette condition, la clarté crépusculaire, au moment du lever de l'étoile, seroit assez vive pour l'empêcher de se montrer.

Le lever héliaque d'une étoile suit à 12 ou 15 jours près son lever cosmique. (*Voy.* LEVER COSMIQUE.)

LEVIER. Machine simple qui con

siste en une verge de fer, de bois ou de toute autre matière équivalente, et qui sert à élever des fardeaux ou à vaincre une résistance quelconque.

Le géomètre regarde le levier comme une ligne droite ou courbe qui n'a ni pesanteur, ni flexibilité, et qui est mobile autour de son point d'appui. Le levier géométrique n'existe donc point dans la nature qui ne nous offre aucun corps parfaitement inflexible, sans pesanteur et réduit à une seule des trois dimensions qui caractérisent l'étendue. Mais l'établissement de la théorie commande ces sortes d'abstractions auxquelles il faut ensuite avoir égard, lorsque pour en confirmer les résultats, le physicien invoque le témoignage de la nature.

On distingue trois sortes de leviers. Le levier est du premier genre lorsque le point d'appui est situé entre la puissance et la résistance. Il prend le nom de levier du second genre si la résistance se trouve entre le point d'appui et la puissance. Enfin on l'appelle levier du troisième genre, lorsque la puissance est placée entre la résistance et le point d'appui.

Il y a équilibre dans le levier, lorsque la puissance et la résistance sont en raison inverse de leurs distances au point d'appui. (*Voy.* l'article EQUILIBRE DANS LES MACHINES.)

Mais comment mesurer ces distances? Il est visible que lorsque la direction de la puissance ou de la résistance est perpendiculaire au bras du levier, c'est la longueur de ce bras qui mesure sa distance au point d'appui. Il n'en est pas de même, si la direction de la puissance ou de la résistance est oblique au bras du levier. Il faut alors, pour avoir la distance de la puissance ou de la résistance au point d'appui, mener une perpendiculaire du point d'appui sur la direction de la puissance ou de la résistance prolongée, s'il le faut. Cette perpendiculaire est toujours plus courte que le bras de levier correspondant, puisqu'elle est un des côtés d'un triangle rectangle dont le bras de levier correspondant est toujours l'hypothénuse: d'où il résulte, 1°. que la force de la puissance ou de la résistance diminue par cela seul que sa direction devient oblique de perpendiculaire qu'elle étoit; 2°. que s'il y a équilibre entre la puissance et la résistance, leurs directions étant perpendiculaires aux bras du levier, l'équilibre subsiste encore, lorsque les directions deviennent obliques, pourvu qu'elles aient le même degré d'obliquité. Car alors les distances diminuent dans le même rapport, puisqu'elles sont proportionnelles aux longueurs des bras du levier.

Mais si les directions deviennent obliques aux bras du levier, et que l'obliquité soit différente, il y a évidemment rupture d'équilibre en faveur de la puissance dont la direction est moins oblique; car quoique sa distance au point d'appui diminue, elle souffre néanmoins une moindre diminution respective que celle de la puissance dont la direction est plus oblique.

Il arrive souvent qu'au lieu d'un levier droit, on fait usage d'un levier courbe, c'est-à-dire, dont les deux bras font un angle au point d'appui. Il est aisé de voir que ces sortes de leviers qu'on emploie avec avantage pour les pompes, pour le mouvement des sonnettes, en un mot toutes les fois que l'action du moteur ne peut être transmise directement, ont les mêmes propriétés qu'un levier droit. Car lorsqu'en

tournant, les deux bras du levier angulaire se trouvent obliques aux directions de la puissance et de la résistance, cette obliquité est égale de part et d'autre; ce qui fait que le rapport des distances du point d'appui aux directions perpendiculaires n'est pas troublé.

Il suit de ce que nous avons dit, 1°. que le levier du premier genre peut également favoriser la puissance ou la résistance; puisque les bras étant supposés inégaux, la puissance ou la résistance peuvent également être placées à l'extrémité du plus long de ces bras;

2°. Que le levier du second genre est exclusivement à l'avantage de la puissance qui est toujours plus éloignée du point d'appui que la résistance;

3°. Que le levier du troisième genre favorise toujours la résistance qui s'y trouve à une plus grande distance du point d'appui que la puissance;

4°. Qu'une puissance très-petite en elle-même peut, à la faveur d'un levier assez long, l'emporter sur une résistance très-considérable: ne soyons donc pas surpris de cette espèce d'enthousiasme qui faisoit dire à *Archimède: donnez-moi un point d'appui séparé de la terre, et je la remuerai à mon gré;*

5°. Que si un levier horizontal chargé d'un poids, doit être soutenu par deux puissances inégales situées à ses extrémités, le poids peut toujours être placé de manière que chacune des puissances en soutienne une partie proportionnelle à sa force.

Les leviers sont fréquemment employés dans les arts, dans les usages même les plus ordinaires de la société.

Les ciseaux communs, les pincettes, les tenailles, les mouchettes, etc., ne sont autre chose que des leviers du premier genre assemblés par paires. L'effort de la main ou des doigts qui pressent les deux branches, doit être regardé comme la puissance. Le clou ou ce qui tient le milieu, est un point fixe commun aux deux, et ce que l'on coupe ou ce que l'on serre n'est autre chose que la résistance.

On doit compter parmi les leviers du second genre, 1°. les rames avec lesquelles on fait avancer un bateau. L'eau sert de point d'appui, puisqu'on applique contre elle une des extrémités de la rame. La main qui agit à l'autre extrémité est la puissance; et au milieu de la rame se trouve la résistance, c'est-à-dire, le bateau que l'on presse pour accélérer sa marche.

2°. Le couteau du boulanger, lorsqu'arrêté par un bout sur une table, et tournant autour d'un point fixe, il est porté par la main qui tient le manche contre la résistance qu'on veut vaincre.

3°. Les soufflets de forge ou d'appartement. Il est aisé de reconnoître la puissance qui fait jouer le panneau autour d'une charnière de cuir adaptée à son extrémité; mais il faut un instant de réflexion pour juger que la vraie résistance est cette masse d'air que contient la capacité du soufflet, et qui s'échappe plus ou moins vite par le bout du tuyau à mesure qu'elle est comprimée.

4°. Le mât d'un navire. Le vent dont l'action se déploie contre la voile est la puissance: la résistance est le navire lui-même, et le point d'appui se trouve à l'endroit où le mât prolongé rencontreroit la quille, au point à l'entour duquel s'exécuteroit le mouvement circulaire du mât, si le navire entier venoit à chavirer.

5°. Une porte qu'on pousse en tenant d'une main la clef de la serrure. Il est vrai que les pentures roulent sur plusieurs gonds qui multiplient les centres de mouvement, et que la résistance ou le poids de la porte n'est pas concentré en un seul point. Mais on peut toujours raisonner comme s'il n'y avoit qu'un seul point d'appui situé à l'extrémité de la ligne horizontale qui divise la porte en deux parties égales, et comme si toute la masse du corps étoit réunie au milieu de cette ligne. La puissance ne fait presqu'aucun effort pour mouvoir la résistance, parce que la porte est à peu près en équilibre avec elle-même. On n'a à vaincre en la poussant que son inertie, la résistance des frottemens et celle de l'air.

Une échelle appliquée contre un mur est un levier du troisième genre. Le mur doit être regardé comme la puissance qui la soutient. Le poids de l'homme qui monte le long de l'échelle est la résistance, et l'extrémité de l'échelle qui repose sur le terrain est le point d'appui. Car si le mur venoit à fléchir, le poids de l'échelle et le poids de l'homme réunis, feroient tourner l'échelle autour de cette extrémité.

Les pinces communes qu'on nomme *badines*, sont de semblables leviers. Elles sont destinées à transporter de petits charbons qui sont la résistance. La main qui les fait agir est la puissance; et le point d'appui se trouve à l'endroit où se joignent les deux leviers qui les composent.

LEVIERS (Bras de). *Voy.* Bras de levier.

LEYDE (Bouteille de). *Voyez* Bouteille de Leyde.

LÉZARD. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie boréale du ciel, qui est située entre le Cygne, Céphée, Cassiopée, Andromède et Pégase. C'est une des 11 nouvelles constellations formées par *Hévélius*, et ajoutées aux anciennes, dans son ouvrage qui a pour titre : *Firmamentum sobieskianum*, et qui renferme la figure de cette constellation : elle répond à celle qu'*Augustin Royer* avoit formée auparavant sous le nom de Sceptre. (*Voy.* Sceptre.)

La plus grande partie de cette constellation se montre toujours sur notre horizon.

LIBRATION. La lune présente à l'observateur terrestre un grand nombre de taches que les astronomes ont décrites avec soin. Ces taches, quoique invariables, paroissent néanmoins animées d'un léger mouvement, qui fait qu'on les voit s'approcher et s'éloigner alternativement de ses bords. Celles qui en sont les plus voisines disparoissent et reparoissent successivement, en faisant des oscillations périodiques. Ce sont ces oscillations qui ont reçu le nom de *libration*.

Le phénomène de la libration a principalement pour cause les inégalités du mouvement de la lune dans son orbite. Son mouvement de rotation ne les partage pas; ce qui fait que la lune, étant dans son périgée, ou son mouvement de translation est très-rapide, la partie de sa surface, qui, par le mouvement dans son orbite, est opposée à la terre, n'est pas entièrement dirigée vers la terre par son mouvement de rotation : d'où il résulte qu'on découvre le côté de la partie de la surface de la lune qu'on ne voyoit pas auparavant, et qui redevient invisible lorsque la lune est parvenue à son apogée. D'ailleurs l'axe de la lune est un peu

incliné au plan de son orbite : cet axe, dans son mouvement autour de la terre, conserve son parallélisme, ce qui fait qu'il change de situation par rapport au spectateur placé sur la surface de la terre, qui voit alternativement l'un et l'autre pôle de la terre, et les parties de sa surface qui en sont voisines.

LICORNE. C'est le nom d'une des constellations de la partie australe du ciel ; elle est située à côté de la constellation d'Orion, entre le grand et le petit Chien. C'est une des 11 nouvelles constellations que *Royer* a ajoutées aux anciennes, et sous lesquelles il a rangé les étoiles qui étoient demeurées informes. Cette constellation a été ensuite donnée par *Hévélius* sous le nom de *Monoceros*. (*Voy.* Monocéros.)

LIEU APPARENT. C'est le lieu où l'on voit un objet que l'on considère à l'aide de verres ou de miroirs.

Le lieu apparent diffère du lieu vrai ; car lorsque la réfraction que souffrent à travers un verre les rayons lumineux partant de chaque point d'un objet voisin de l'organe de la vision, les a rendus moins divergens ; ou lorsque, par un effet contraire, les rayons qui partent d'un objet fort éloigné sont rendus par la refraction aussi divergens que s'ils partoient d'un objet situé au voisinage ; alors il est nécessaire que l'objet paroisse avoir changé de lieu ; et c'est ce lieu que l'objet paroît occuper, après ce changement déterminé par la divergence ou la convergence des rayons, qu'on appelle lieu apparent. (*Voy.* Miroirs, Lentilles, etc.)

LIEU IMAGINAIRE. C'est le lieu où le spectateur se croit en repos quoiqu'il soit animé de différens mouvemens. (*Voy.* Mouvement apparent des objets.)

LIEU OPTIQUE. C'est le point auquel l'œil rapporte un objet. (*Voy.* Mouvement apparent.)

LIÈVRE. Nom d'une des constellations de la partie australe du ciel, qui est située sous les pieds d'Orion. C'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*.

LIGNE DE DIRECTION D'UN CORPS. C'est la droite verticale qui passe par son centre de gravité, parce que tout l'effort de la pesanteur qui se trouve réuni au centre de gravité, tend à porter le corps directement au centre de la terre, et conséquemment perpendiculairement à sa surface.

Les lignes de direction des corps dont se compose une machine, concourent au centre de la terre ; et comme la distance qui les sépare n'est point comparable à la longueur du rayon terrestre, elles forment un angle infiniment aigu ; et conséquemment elles peuvent, sans erreur sensible, être regardées comme parallèles.

LIGNE DES APSIDES. C'est une ligne droite qui joint l'aphélie et le périhélie d'une planète ; ou, ce qui est la même chose, la ligne des apsides est le grand axe de l'orbite d'une planète. Le tableau suivant donne le rapport des demi-grands axes des orbites du plus grand nombre des planètes.

Mercure.	0,387100
Vénus.	0,723332
La Terre. . . .	1,000000
Mars	1.523693
Jupiter	5,202778
Saturne	9,538785
Uranus	19,183475

LIGNE DES NŒUDS D'UNE

PLANÈTE. C'est une droite que l'on conçoit menée d'un des points où le plan de l'orbe de la planète coupe le plan de l'écliptique, au point diamètralement opposé où ces deux plans se coupent encore. (*Voy.* Nœuds.)

LIGNE D'INCIDENCE. C'est la droite suivant laquelle un corps est dirigé vers un autre qu'il va toucher.

Lorsqu'il s'agit de rayons lumineux qui tombent sur un miroir, la ligne d'incidence est la droite par laquelle le fluide lumineux vient du point rayonnant au point de la surface d'un miroir.

S'il s'agit de rayons lumineux qui passent obliquement d'un milieu dans un autre de différente densité, la ligne d'incidence est la droite par laquelle le fluide lumineux vient sans réfraction dans le même milieu du point rayonnant à la surface du corps réfringent.

LIGNE ÉQUINOXIALE. C'est la même chose que l'équateur. (*Voyez* Equateur.) On l'appelle ligne équinoxiale, parce que, lorsque le soleil est dans cette ligne, les jours sont égaux aux nuits pour tous les habitans de la terre.

LIGNE MÉRIDIENNE. (*Voyez* Méridienne.)

LIMITES. Les astronomes appellent *limites* d'un orbe planétaire, les points de cet orbe où la planète a la plus grande latitude, c'est-à-dire, où cette planète est dans son plus grand éloignement de l'écliptique. Ces limites sont australes lorsque la planète est éloignée de l'écliptique autant qu'elle peut l'être, vers le pôle austral; et elles sont boréales, quand la planète est dans son plus grand éloignement de l'écliptique, vers le pôle boréal. (*Voy.* Latitude des astres.)

LIMPIDE. On donne cette épithète aux liquides qui jouissent d'une grande transparence.

LIMPIDITÉ. Ce mot désigne une extrême transparence. Lorsqu'un liquide est bien pur, bien clair, et très-transparent, on dit qu'il a une belle limpidité.

LION. C'est le nom du cinquième signe du zodiaque, ainsi que de la cinquième partie de l'écliptique dans laquelle le soleil nous paroît entrer le 22 ou le 23 juillet. On compte dans cette constellation 45 étoiles remarquables, savoir : une de la première grandeur, trois de la seconde, 5 de la troisième, 15 de la quatrième, 7 de la cinquième, et 14 de la sixième.

L'étoile de la première grandeur, qui fait partie de la constellation du Lion, est située vers le milieu de sa poitrine, et est connue sous le nom de *Regulus* ou de *Cœur de lion*. Quelques-uns regardent aussi comme une étoile de la première grandeur, celle qui est placée à l'extrémité de la queue du Lion.

LION (Petit). Les astronomes ont donné ce nom à une des 11 nouvelles constellations formées par *Hévélius*, et ajoutées aux anciennes dans son ouvrage qui a pour titre : *Firmamentum sobieskianum*, et dans lequel il a représenté la figure de cette constellation.

LIQUEUR. C'est un corps dont les molécules intégrantes ont si peu d'adhérence entr'elles, qu'elles se meuvent indépendamment les unes des autres avec assez de liberté, pour que celles de la surface supérieure se placent toutes dans un plan parallèle à l'horizon. Tels sont l'eau, le vin, le mercure, etc., etc.

Les liqueurs ne sont pas sensiblement compressibles, c'est-à-dire, que nous ne connoissons pas de moyen propre à diminuer leur volume.

LIQUIDE. Ce mot est synonyme de liqueur. (*Voy.* Liqueur.) Il convient aussi comme épithète, à tous les corps qui se composent de molécules qui jouissent d'une grande mobilité, qui cèdent à la plus légère pression, et qui se meuvent indépendamment les unes des autres, et qui sont très-peu compressibles.

LIQUIDITÉ. Propriété qu'ont certains corps d'être composés de molécules qui cèdent à la plus légère pression et qui se meuvent indépendamment les unes des autres.

La liquidité a pour cause la pénétration d'une quantité de calorique suffisante pour vaincre la force de cohésion qui unit les molécules intégrantes d'un corps solide, et pour leur donner cette mobilité respective qui distingue les molécules des liquides. C'est ainsi que la glace passe à l'état de liquide quand on l'échauffe; c'est ainsi que l'or, le plomb, le cuivre, etc., entrent en fusion si on les soumet à l'action du calorique; et ce qui prouve bien que c'est la présence du calorique qui donne la liquidité à ces substances, c'est que le simple abandon de ce fluide détermine leur passage à l'état de solidité. (*Voyez* pour plus de détail le mot Calorique, article qui traite de l'influence du calorique sur la formation des corps solides, liquides et aériformes.)

LOIS DE KEPLER. Ce sont des lois du mouvement des planètes dont on doit la découverte à *Kepler*,

Kepler, né en 1571 à Viel, dans le duché de Wirtemberg, avoit reçu de la nature une imagination ardente et une âme passionnée pour la gloire. Avec ces heureuses dispositions, secondées par les leçons d'un grand maître, il ne pouvoit manquer de s'illustrer dans la carrière des sciences. *Tycho-Brahé* dont il étoit le disciple, reconnut la nécessité de donner un frein à son imagination toujours portée à se perdre dans des analogies mystérieuses: il l'exhorta à observer avec sévérité les phénomènes avant de chercher à en découvrir la cause. *Kepler* mit à profit les sages conseils de son maître; et c'est sur l'observation qu'est fondée la découverte des lois dont ce grand homme a enrichi la science de la nature.

Il calcula, par les observations de *Tycho-Brahé*, les distances de Mars au Soleil, en différens points de son orbite; il s'assura que le mouvement de cette planète ne pouvoit s'effectuer dans un cercle; et bientôt il reconnut que l'orbe de Mars est une ellipse dont le Soleil occupe un des foyers, et que la planète s'y meut de manière que le rayon recteur mené de son centre à celui du Soleil, décrit des aires proportionnelles aux temps.

Le 15 mai 1618 *Kepler* fut conduit, comme par hazard, dans le cours de ses laborieuses recherches, à comparer les puissances des nombres qui expriment les distances moyennes des planètes au soleil; et il trouva que les carrés des temps des révolutions des planètes sont entr'eux comme les cubes des grands axes de leurs orbes. Il reconnut dans les satellites de Jupiter l'existence de cette loi, qui s'étend à tous les systèmes de satellites.

LOIS DE LA NATURE. On a donné ce nom aux phénomènes qui arrivent toujours dans des circonstances semblables, et dont la cause nous est

inconnue. C'est de ces phénomènes que nous partons, comme d'un point fixe, pour expliquer d'autres phénomènes, sans cependant assurer que ce que nous donnons pour première cause physique ne soit pas l'effet d'une autre loi qui nous est inconnue.

LOIS DU MOUVEMENT. Règles d'après lesquelles les corps se meuvent, lorsqu'ils agissent les uns sur les autres.

Il y a deux sortes de mouvement : le mouvement simple et le mouvement composé ; chacun d'eux est soumis à des lois particulières.

Lois du mouvement simple.

Première loi. Le mouvement naturel des corps est le mouvement rectiligne et uniforme. (*Voyez* l'article INERTIE, qui renferme les preuves de l'existence de cette loi.)

Si cette loi n'a pas son exécution dans la nature, c'est que deux causes s'y opposent sans cesse avec la même efficacité. Ces causes sont le frottement et la résistance des milieux. (*Voyez* FROTTEMENT et RÉSISTANCE DES FLUIDES.)

Deuxième loi. L'altération produite dans le mouvement d'un corps est toujours proportionnelle à la cause qui la fait naître.

Troisième loi. Il n'y a point d'action sans réaction égale et opposée. (*Voy.* INERTIE.)

Lois du mouvement composé.

Les lois du mouvement composé peuvent toutes se rapporter à la suivante :

Si plusieurs forces agissent ensemble sur un même corps suivant des directions angulaires, la résultante égale en grandeur et en direction la diagonale du parallélogramme construit sur les directions de ces forces. (*Voyez* COMPOSITION DES FORCES.)

LONGITUDE. La longitude est la distance du méridien d'un lieu au premier méridien. On la mesure par l'arc de l'équateur compris entre les deux méridiens. Elle est orientale ou occidentale, suivant que le lieu est à l'orient ou à l'occident du premier méridien.

Pour déterminer la longitude, il suffit d'observer en même temps un phénomène céleste sur le premier méridien et sur le méridien du lieu dont on cherche la longitude. Le soleil ne parvient pas au même instant à ces deux méridiens. Si l'angle qu'ils forment entr'eux est de 45 degrés, la différence entre les temps auxquels le soleil se trouvera sur chacun d'eux sera de 6 heures. Si donc nous supposons que sur chacun de ces méridiens on observe un phénomène qui arrive au même instant pour tous les lieux de la terre, tel que le commencement ou la fin d'une éclipse de lune, ou des satellites de Jupiter, la différence des heures que compteront les observateurs, au moment du phénomène, sera au jour entier, comme l'angle formé par les deux méridiens est à la circonférence.

On peut déterminer la longitude d'un lieu, quoique le phénomène céleste observé, ne le soit pas en même temps sous le premier méridien, pourvu qu'on l'observe sous un méridien dont la position avec le premier méridien est connue. C'est ainsi qu'on a déjà déterminé avec précision la position des lieux les plus éloignés sur la terre, en liant les méridiens les uns aux autres.

La connoissance des longitudes est surtout d'un grand prix pour la navigation. Aussi les nations commerçantes n'ont-elles rien négligé pour diriger l'activité des savans et des artistes vers l'important problème des longitudes. L'invention des montres marines, et l'exactitude à laquelle sont portées les tables du mouvement lunaire concourent pour en offrir une solution satisfaisante.

Une montre bien réglée dans un lieu dont la position est connue, et qui, transportée sur un vaisseau, n'éprouveroit aucune altération dans sa marche marqueroit, à chaque instant, l'heure que l'on compte dans ce lieu. En la comparant à celle que l'on observe à la mer, on auroit la différence de ces heures, et conséquemment la longitude. La construction de pareilles montres présentoit de grandes difficultés qui ont heureusement cédé aux efforts de plusieurs célèbres artistes. On exécute aujourd'hui des montres qui conservent à très-peu près, pendant plusieurs mois, l'uniformité de leur marche, et qui, conséquemment, offrent au navigateur un moyen simple et facile de connoître les longitudes. Ces montres sont surtout d'une grande utilité pour déterminer la position respective des lieux fort voisins; parce que le temps pendant lequel on s'en sert, sans vérifier leur marche, étant plus court, la longitude est déterminée avec plus de précision.

Les observations des éclipses des satellites de Jupiter, et particulièrement du premier, offrent sur terre un moyen très-exact de connoître les longitudes. Mais ce moyen ne peut servir au navigateur. Les mouvemens du vaisseau s'opposent à ce qu'il puisse observer avec précision le commencement ou la fin de ces éclipses.

Parmi les phénomènes célestes, le mouvement de la lune est le seul qu'on puisse employer sur mer à la détermination des longitudes. La position de la lune, telle qu'on l'observeroit du centre de la terre, peut facilement se déduire de la mesure de ses distances angulaires au soleil ou aux étoiles; les tables de son mouvement donnent ensuite l'heure que l'on compte sur le premier méridien, lorsque l'on y observe la même position; en la comparant à l'heure qu'on compte sur le vaisseau, au moment de l'observation, on a la différence de ces heures qui détermine la longitude.

Il importe de remarquer que le lieu de la lune déterminé par l'observateur, ne répond pas exactement à l'heure désignée par son horloge, et que ce même lieu ne se rapporte pas à l'heure correspondante que les tables indiquent sur le premier méridien; d'où il résulte que la différence de ces heures n'est pas celle que donneroient une observation et des tables rigoureuses. En supposant que l'erreur commise sur cette différence soit d'une minute, quarante minutes de l'équateur passent, dans cet intervalle, au méridien; c'est l'erreur correspondante sur la longitude du vaisseau; et qui, à l'équateur, est d'environ quarante mille mètres; mais elle est moindre sur les parallèles. On peut d'ailleurs la diminuer par des observations multipliées des distances de la lune au soleil et aux étoiles, pour établir une espèce de compensation entre les erreurs des tables et celles de l'observation.

Les erreurs sur la longitude, correspondantes à celles des tables et de l'observation sont évidemment d'autant

plus petites que le mouvement de la lune est plus rapide. Ainsi les observations de la lune périgée méritent la préférence sur celles de la lune apogée.

LONGITUDE (Degrés de). *Voy.* Degrés de longitude.

LONGITUDE DES ASTRES. La longitude des astres est leur distance au premier point du Bélier, prise selon la suite naturelle des signes. Pour la mesurer, on conçoit un grand cercle perpendiculaire à l'écliptique, qui passe par le centre de l'astre dont on cherche la longitude. Le point où ce cercle coupe l'écliptique, détermine la longitude de l'astre.

La longitude des étoiles va toujours en croissant; car elles paroissent toutes se mouvoir d'un mouvement commun d'occident en orient, en s'éloignant sans cesse du premier point du Bélier. La quantité dont elles s'en éloignent chaque année, est d'environ 50 secondes 20 tierces; de sorte qu'elles paroissent parcourir un degré dans l'intervalle d'environ 71 ans et demi. C'est ce changement en longitude qui a reçu le nom de précession des équinoxes. (*Voy.* Précession des équinoxes.)

LONGITUDE GÉOCENTRIQUE. C'est le point de l'écliptique auquel répond perpendiculairement le centre d'une planète vue de la terre, qui détermine sa longitude géocentrique. (*Voy.* Géocentrique.)

LONGITUDE HÉLIOCENTRIQUE. C'est le point de l'écliptique auquel répondroit perpendiculairement le centre d'une planète vue du soleil, qui détermine la longitude héliocentrique d'une planète. (*Voy.* Héliocentrique.)

LORGNETTE. On a donné ce nom à une lunette qui n'est composée que d'un seul verre, et qu'on tient ordinairement à la main. Les lorguettes qui servent à l'usage des *presbytes*, sont formées d'un verre convexe. Celles qui sont destinées pour les *myopes*, sont formées d'un verre concave. (*Voyez* Presbytes et Myopes.)

On appelle aussi lorgnette une petite lunette à tuyau, composée de plusieurs verres, et que l'on tient aisément à la main. (*Voyez* Lunette.)

LOUCHE ou STRABITE. On appelle ainsi une personne qui a un œil, ou même les deux yeux tournés de travers; de manière que lorsqu'elle paroît regarder d'un côté, elle regarde réellement d'un autre.

Lahire explique cette espèce de phénomène, en disant que dans les personnes qui ne sont louches que d'un œil, la partie sensible de l'organe est plus d'un côté dans un œil que dans l'autre. Quant à ceux qui sont louches des deux yeux, il est vraisemblable que la partie la plus sensible de l'organe n'est placée dans le milieu, ni dans l'un ni dans l'autre œil: ce qui les oblige à se détourner pour voir distinctement les objets.

Jurin et *Buffon* pensent que les louches ne se servent que d'un œil à la fois; car, disent-ils, l'œil louche qui se détourne pendant que l'autre agit, se retourne vers l'objet, si l'on ferme le bon œil. Il est visible qu'on ne rend pas raison par là du strabisme de ceux qui détournent les deux yeux à la fois.

LOUP. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie australe du ciel, qui est située devant le Centaure au-dessous du Scorpion. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*. Lacaille en a donné une figure

très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. 20.

La partie antérieure du loup est la seule qui se montre sur notre horizon; sa partie postérieure a une déclinaison méridionale trop grande pour pouvoir jamais se lever à notre égard.

LOUPE. C'est le nom qu'on a donné à une lentille *bi-convexe* d'un foyer court, montée dans une châsse d'écaille ou d'autre matière équivalente, et qui sert à grossir les objets qu'on regarde au travers. Une loupe grossit les objets d'autant plus que son foyer est plus court, c'est-à-dire, que ses surfaces convexes font portion de plus petites sphères. (*Voy.* Réfraction du fluide lumineux.)

LUMIÈRE. Le mot lumière est pris communément sous des acceptions différentes; tantôt il désigne le fluide infiniment subtil, dont le soleil et les étoiles sont en même temps la source et le foyer.

Tantôt le mot lumière est employé à exprimer la sensation que fait naître la présence de ce fluide.

Il importe, surtout dans l'étude des sciences, de ne pas confondre sous la même dénomination un effet et la cause qui lui donne naissance. Nous employons donc le mot lumière pour exprimer exclusivement la sensation et la clarté qui l'accompagne. Le mot fluide lumineux sera consacré à en désigner la cause. (*Voy.* Fluide lumineux.)

LUMIÈRE ZODIACALE. On a donné ce nom à une clarté assez semblable à celle de la Voie lactée, qui a ordinairement la forme d'un cône, dont la base est tournée vers le soleil, et le sommet vers le zodiaque. Cette clarté se montre principalement vers la fin de l'hiver, ou au commencement du printemps, presque jamais pendant l'automne. On l'aperçoit quelquefois avant le lever du soleil, quelquefois après son coucher: enfin elle est plus visible pour les peuples situés entre les Tropiques que pour ceux qui sont situés au voisinage des pôles.

Demayran s'est beaucoup occupé de ce phénomène, et ses laborieuses recherches l'ont conduit à regarder la lumière zodiacale comme une portion de l'atmosphère solaire prolongée vers la terre; mais cette explication, qui a été d'abord presque généralement adoptée, me paraît devoir se briser contre une observation de *Laplace*, que j'ai consignée dans l'article Atmosphère solaire. (*Voyez* Atmosphère solaire.)

LUMINEUX. On donne cette épithète aux corps qui ont la propriété de répandre de la clarté ou d'exciter la sensation de la lumière; ainsi le soleil, les étoiles, la flamme d'une bougie allumée sont des corps lumineux.

LUMINEUX. (point) (*Voyez* Point lumineux.)

LUNAIRE. Epithète que l'on donne à ce qui appartient à la lune ou à ce qui y a rapport.

LUNAISON. Intervalle de temps qu'il y a entre deux nouvelles lunes qui suivent immédiatement.

LUNE. Satellite de la terre, ou corps opaque qui décrit un orbe elliptique, dont le centre de la terre occupe un des foyers. (*Voyez* Satellites.)

De tous les corps dont se compose le système planétaire, la lune

est, après le soleil, celui dont il nous importe le plus de connoître les phénomènes et d'apprécier les mouvemens.

Ce satellite est animé d'un mouvement propre qui s'effectue d'occident en orient, et d'un mouvement de rotation dans le même sens, dont les taches qu'on aperçoit sur la surface de cet astre ne nous permettent pas de révoquer en doute l'existence. (*Voyez* Taches de la lune, et Mouvement de la lune.)

La durée de la révolution moyenne de la lune autour de la terre est de 27 jours 7 heures 43 minutes 11 secondes 36 tierces; c'est la révolution de la lune autour de la terre à l'égard du même point de l'écliptique, et on la nomme *révolution sydérale*, ou *révolution périodique*.

La lune faisant sa révolution autour de la terre, doit se trouver souvent en conjonction avec le soleil, et autant de fois en opposition. Cela n'arrive pourtant pas à chaque révolution de la lune dans son orbite; car lorsqu'après une révolution entière de 27 jours 7 heures 43 minutes 11 secondes 36 tierces, elle revient au même point où elle étoit en conjonction avec le soleil, celui-ci s'est éloigné de ce point d'environ 29 degrés; de sorte qu'elle ne rejoint le soleil qu'en vertu de l'excès de son mouvement sur celui de cet astre, excès qu'on appelle *mouvement synodique lunaire*. La durée de la révolution synodique de la lune est de 29 jours et demi.

La lune ne brille, comme toutes les planètes, que d'une lumière réfléchie; elle n'a donc jamais que la moitié de sa surface éclairée: et conséquemment, pendant qu'elle est portée dans son orbite, elle doit offrir au spectateur terrestre, sous le rapport de la clarté, différentes apparences qui ont reçu le nom de *phases*. (*Voyez* Phases de la lune.)

La lune est privée quelquefois en tout ou en partie de la lumière du soleil. Cette privation, qui provient de l'interposition de la terre entre le soleil et la lune, est connue sous le nom d'*éclipse de lune*. (*Voyez* Eclipses de lune.)

La lune se meut autour de la terre en vertu d'une force de projection uniforme et constante que lui a imprimé la nature, combinée avec une force accélératrice qui la sollicite sans cesse vers le centre de la terre; mais la lune agit à son tour sur la terre, et c'est principalement cette action de la lune qui donne naissance à l'important phénomène du flux et reflux de la mer. (*Voyez* l'article Flux et Reflux.)

Plusieurs physiciens regardent la lune comme un corps parfaitement semblable à la terre, et destiné aux mêmes fins. Elle jouit, disent-ils, comme la terre, de l'opacité et de la densité; elle partage le privilège d'avoir des montagnes et des vallées, des mers avec des îles, une atmosphère changeante, où les vapeurs peuvent s'élever pour retomber ensuite: enfin elle a un jour et une nuit, un soleil pour éclairer l'un, et une lune pour éclairer l'autre.

Le fil de l'analogie conduit les mêmes physiciens à attribuer d'autres propriétés à ce satellite de la terre. Les variations qu'éprouve son atmosphère doivent donner naissance à des vents et à d'autres météores, tels que

des pluies, des brouillards, de la gelée, de la neige, etc. Les inégalités de sa surface doivent produire des lacs, des rivières, des sources, etc.

En réfléchissant, disent-ils, d'un côté sur la simplicité et l'uniformité des procédés de la nature, et de l'autre sur l'usage des pluies et des rosées qui humectent la planète que nous habitons, qui pourroit n'être pas porté à conclure que la lune possède, comme la terre, des plantes et des animaux?

Ces raisonnemens sont fondés sur l'existence de l'atmosphère lunaire; *Laplace* la combat dans son *Exposition du Système du Monde*, deuxième édition, page 27, par des motifs qui, quoique puissans, ne peuvent résister à des observations que *Schroeter* a publiées dans le journal de physique, nivose an 13. (*Voyez* ATMOSPHÈRE LUNAIRE.)

Cet astronome a constaté par des observations nombreuses 1°. qu'il y a autour de la lune un véritable crépuscule qui peut s'étendre depuis 2° 38 jusqu'à 3° 6.

2°. L'atmosphère de la lune est vingt-neuf fois moins dense que l'atmosphère terrestre, ce qui s'accorde avec la force de gravitation qui existe à la surface de ces deux planètes, comme le remarque le docteur *Melanderhïelm*.

3°. *Schroeter* observe que de grands changemens s'opèrent en très-peu de temps à la surface de la lune, ce qui lui fait soupçonner qu'il y a beaucoup de volcans en activité. Leurs effets sont plus considérables qu'à la surface de la terre, parce que la force de gravitation est cinq fois moindre à la surface de la lune.

4°. Ces changemens sont plus fréquens à l'hémisphère austral de la lune; en sorte qu'on peut dire, d'après des observations bien constatées, que dans la lune comme sur la terre, et dans les planètes Vénus et Mercure, l'hémisphère austral éprouve de plus fréquentes altérations que l'hémisphère boréal.

Le plan de l'orbite lunaire est incliné au plan de l'écliptique d'environ 5 degrés. Cette inclinaison n'est pas constante; elle varie depuis 5 degrés une minute jusqu'à 5 degrés 17 minutes, et cette variation dépend de la différente distance du soleil aux nœuds de la lune. Lorsque cette distance est de 90 degrés (ancienne division du cercle), l'orbite de la lune est inclinée à l'écliptique de 5 degrés une minute. Lorsque cette distance est nulle, c'est-à-dire, lorsque le soleil est dans les nœuds de la lune, son orbite est inclinée à l'écliptique de 5 degrés 17 minutes.

L'équateur de la lune est incliné à son orbite d'environ 7 degrés et demi, et à l'écliptique d'environ 2 degrés.

Prenant le rayon de la terre pour unité, la distance moyenne de la lune à la terre est de 60 ½ rayons terrestres. Son excentricité est variable. La moyenne est de 3 ⅓ rayons terrestres.

Le grand axe de l'orbe lunaire est au grand axe de l'orbe terrestre à peu près comme 1 à 411; de sorte que la distance de la lune à la terre n'est qu'environ la 411e. partie de la distance de la terre au soleil.

Le diamètre apparent de la lune, vue à une distance égale à la moyenne distance du soleil à la terre est de 4

secondes 54 tierces; son diamètre apparent, vu de la terre, lorsqu'elle est dans ses moyennes distances, est de 31 minutes 31 secondes; lorsqu'elle est dans son apogée, et en conjonction, son diamètre apparent est de 29 minutes 28 secondes; et lorsqu'elle est dans son périgée, et en opposition, le diamètre apparent est de 33 minutes 36 secondes. Le diamètre réel de la lune est à celui de la terre comme 2 à 7, c'est-à-dire, de 368,48 myriamètres, ou 828 lieues.

Dans le mouvement de la lune autour de la terre la ligne des absides ni celle des nœuds ne vont pas d'un mouvement parallèle. Le mouvement de la ligne des absides est direct, tandis que celui de la ligne des nœuds est rétrograde. La première emploie environ 8 années 309 jours à faire sa révolution, et la seconde environ 18 années 224 jours.

Ces phénomènes dépendent des variations qu'éprouve le mouvement lunaire, et dont il importe de déterminer la cause.

Art. Ier.

Où l'on détermine les forces qui altèrent le mouvement de la lune, et où l'on explique les phénomènes qui en dependent.

Si la lune ne gravitoit que vers la terre, elle décriroit une ellipse autour de cette planète; mais la lune gravite en même temps vers le soleil, qui attire aussi très-puissamment la terre. Quelle que soit l'intensité de son action, si elle étoit toujours la même, et dirigée suivant des lignes parallèles, elle seroit exclusivement employée à produire les mouvemens annuels de la lune et de la terre autour du soleil, et le mouvement de la lune autour de la terre n'en souffriroit aucune atteinte, parce que les mouvemens communs n'altèrent en aucune manière les mouvemens particuliers.

Mais la lune étant plus éloignée du soleil que la terre dans la moitié de son orbite, et plus près de cet astre que la terre dans l'autre moitié, elle se trouve moins attirée que la terre par le soleil dans le premier cas; elle l'est plus dans le second. D'ailleurs cette action du soleil sur la terre et sur la lune n'est jamais dirigée suivant les mêmes lignes ou suivant des lignes parallèles, si l'on en excepte les syzygies; et dans ces deux points la différence des attractions exercées par le soleil sur la terre et sur la lune est la plus grande: d'où résultent nécessairement dans le mouvement de la lune des inégalités frappantes qui font que la lune ne décrit ni un cercle, ni une ellipse, mais une courbe tout-à-fait différente. La détermination exacte de cette courbe tient à la solution du *problème des trois corps*, qui a exercé la sagacité des plus grands géomètres, et qui consiste à trouver quelle est à chaque instant la position de la terre et celle de la lune à l'égard du soleil, en supposant que ces trois corps s'attirent en raison directe des masses et en raison inverse du carré des distances.

Supposons la lune en un point quelconque L (*fig.* 86, *pl.* 11) de son orbite CQA*q*, se mouvant suivant l'ordre des signes dans le sens L*Qq*. La force avec laquelle le soleil S l'attire est à celle qu'il exerce sur la terre T située au centre de l'orbite

lunaire : : $ST^2 : SL^2$ (*Voyez* Attraction.) Menons par le soleil S la droite LG qui soit à TS dans le rapport de TS^2 à SL^2, et LG représentera l'attraction que le soleil exerce sur la lune. La force LG est oblique à TS exprimant l'attraction que le soleil exerce sur la terre : donc elle agit sur la lune comme agiroient les deux forces LH et LR qui forment deux côtés du parallélogramme, dont LG est la diagonale. La force LH est, par la construction, égale et parallèle à TS : donc elle ne fait souffrir aucune altération au mouvement de la lune autour de la terre, et par conséquent ce mouvement ne peut être troublé que par la force LR, que nous nommons pour cette raison *force perturbatrice*.

La terre est environ 340 fois plus éloignée du soleil que de la lune : donc la ligne SG est très-petite par rapport à ST, et conséquemment nous pouvons regarder RG comme couchée sur SO, et LR comme confondue avec LO: d'où il résulte que LO exprimera la force perturbatrice.

LH = TS : donc dans une grande partie de l'orbite de la lune, l'extrémité H descend au-dessous du centre du soleil, et LO se trouve oblique au mouvement de la lune et à sa pesanteur sur la terre, dirigée suivant LT : donc nous pouvons la décomposer en deux forces, l'une LB perpendiculaire à TL, l'autre LF dirigée suivant TL. La force LB tangente à l'orbe de la lune au point L tire la lune de L en B : donc elle retarde son mouvement lorsque la lune passe de la syzygie à la quadrature. Il est aisé de voir qu'elle l'accélère dans le passage de la lune de la quadrature à la syzygie. La force LF dirigée suivant TL altère la pesanteur de la lune sur la terre ; elle la diminue lorsque LF est une prolongation du rayon, comme dans cette figure ; elle l'augmente lorsque LF forme une partie du rayon. Nous avons donc ici trois forces, la force LO et les forces LB et LF. Ces deux dernières naissent de la décomposition de la première, déterminée par son obliquité au mouvement de la lune et à la pesanteur de cet astre sur la terre. La force LO est la *force perturbatrice absolue*. Nous appellerons la force LB *force perturbatrice tangentielle*, parce que la ligne qui la représente est tangente à l'orbite de la lune, et nous donnerons à la force LF le nom de *force perturbatrice radiale*, parce qu'elle est dirigée le long du rayon. En déterminant les lignes LO, LB, LF, nous connoîtrons toute l'influence de ces forces sur le mouvement de la lune.

Par la construction de la figure GL : TS : : $TS^2 : SL^2$. DL est la différence de TS à SL, et cette différence est très-petite : donc 2 DL est la différence de TS^2 à SL^2 (1), et conséquemment aussi la différence de GL à TS : donc GL — TS = 2 DL. Mais la différence de GD à GL est encore DL : donc la différence de GD à TS ou OT = 3 DL. DL est le sinus de l'arc

(1) Pour sentir la justesse de cette conséquence, il suffit d'observer que lorsque deux quantités approchent d'être égales, la différence qui est entre leurs carrés est double de celle qui existe entre leurs racines : ainsi 1 et $1 + \frac{1}{\infty}$ ne différant que de $\frac{1}{\infty}$, leurs carrés, qui sont 1 et $1 + \frac{2}{\infty} + \frac{1}{\infty^2}$, diffèrent de $\frac{2}{\infty}$.

qui mesure la distance de la lune à la quadrature voisine, ou le cosinus de sa distance à la plus proche syzygie : donc LO ou la force perturbatrice absolue de la lune est toujours le troisième côté d'un triangle dont les deux autres sont le rayon de l'orbite lunaire et le triple du cosinus de la distance de la lune à la plus proche syzygie. Si l'on représente l'angle OTL par s, le rayon moyen de l'orbe lunaire par r, et la force perturbatrice absolue par a, on aura à cause du triangle TOL ; $OL^2 = TL^2 + OT^2 - 2TL \cdot OT \cos. OTL$, ou bien $a^2 = r^2 + 9r^2 \cdot \cos. s - 6r^2 \cos. s = r^2 + 3r^2 \cos. s$.

Il suit de là que la force perturbatrice absolue est à son maximum dans les syzygies et à son minimum dans les quadratures, où elle est sous-double de ce qu'elle est dans les syzygies ; car nous avons $a^2 = r^2 + 3r^2 \cos. s$; mais dans les syzygies l'angle $s = o$: donc son cosinus $= 1$: donc $a^2 = r^2 + 3r^2 = 4r^2$: donc $a = 2r$. Dans les quadratures l'angle s est droit : donc son cosinus $= o$: donc $a^2 = r^2$: donc $a = r$: donc dans les quadratures la force perturbatrice absolue égale le rayon, tandis qu'elle égale le double du rayon dans les syzygies : donc elle est dans les quadratures sous-double de ce qu'elle est dans les syzygies.

Pour déterminer la force perturbatrice tangentielle LB, prolongeons LD jusqu'en K, et de ce point abaissons sur LT prolongé la perpendiculaire KI ; elle est parallèle à OF : donc les triangles rectangles KIL, TOF sont semblables : donc OF ou LB : IK :: OT : KL. OT $= 3$ DL, LK $= 2$ DL. IK est le sinus de l'angle KTI double de l'angle KLI, et conséquemment double de son égal CTL, qui exprime la distance de la lune à la plus proche syzygie : donc LB est au sinus du double de la distance de la lune à la plus proche syzygie :: 3 DL : 2 DL :: 3 : 2. Donc la force perturbatrice tangentielle qui est employée à accélérer ou à ralentir le mouvement de la lune égale $\frac{3}{2}$ du sinus du double de la distance de la lune à la plus proche syzygie. Représentant cette force par t, on aura $t = \frac{3}{2}$ sin. $2s$.

Il suit de là, 1°. que la force perturbatrice tangentielle est nulle aux quadratures et aux syzygies, puisque dans ces points de l'orbite lunaire sin. $2s = o$.

2°. Cette force est la plus grande possible, la lune étant située à 45° de la syzygie ; car alors sin. $2s = r$.

Il nous reste à déterminer la force perturbatrice radiale LF. Considérons les triangles KIL, TOF ; ils sont semblables : donc OT : LK :: TF : IL. TF $=$ TL $+$ LF. IL $=$ TL $+$ IT : donc OT : LK :: TL $+$ LF : TL $+$ IT ; mais OT : LK :: 3 : 2. Donc TL $+$ LF : TL $+$ IT :: 3 : 2. Donc 2 TL $+$ 2 LF $=$ 3 TL $+$ 3 IT. Donc en transposant, 2 LF $=$ 3 TL $-$ 2 TL $+$ 3 IT $=$ TL $+$ 3 IT. Donc en divisant par 2 les membres de cette équation, on a LF $= \frac{1}{2}$ TL $+ \frac{3}{2}$ IT. Si le point F tomboit entre L et T, on auroit LF $= \frac{3}{2}$ TL $- \frac{1}{2}$ IT. TL est le rayon. IT est le cosinus de l'angle KTI, double de celui qui mesure la distance de la lune à la plus proche syzygie : donc la force perturbatrice radiale, dont l'effet est de diminuer

ou d'augmenter la pesanteur de la lune, est comme la somme ou la différence de la moitié du rayon de l'orbite lunaire et des $\frac{3}{2}$ du cosinus du double de la distance de la lune à la plus proche syzygie.

Il suit de là, 1°. que la force LF qui altère la pesanteur de la lune à l'égard de la terre, lui fait éprouver la plus grande diminution dans les syzygies. Car IT est le cosinus du double de la distance de la lune à la syzygie: donc lorsque la lune est dans la syzygie, IT = o: donc LF se confond avec LO. Elle égale la force perturbatrice absolue, qui, étant alors directement opposée à la pesanteur de la lune vers la terre, lui fait souffrir la plus grande diminution.

2°. Dans la quadrature la force LF fait éprouver la plus grande augmentation à la pesanteur de la lune vers la terre. Car dans la quadrature le double de la distance de la lune à la syzygie est 180° dont le cosinus est TL: donc la formule $LF = \frac{1}{2}TL - \frac{3}{2}IT$ devient $LF = \frac{1}{2}TL - \frac{3}{2}TL = -TL$. Il est clair que cette force dirigée vers T est uniquement employée à augmenter la pesanteur de la lune vers la terre. Mais l'augmentation qu'elle lui fait éprouver n'est que la moitié de la diminution qu'elle souffre dans la syzygie où elle égale 2TL.

3°. La force LF est nulle à 54° 44′ de la syzygie. Car LF = o lorsque $\frac{1}{2}TL = -\frac{3}{2}IT$, ou divisant par $\frac{3}{2}$, lorsque $\frac{1}{3}TL = -IT$; or TL étant le rayon = 1, $-IT = -0{,}33333$ qui est le cosinus d'un angle obtus puisqu'il est négatif; et cet angle est 109° 28′ double de la distance de la lune à la syzygie lorsque LF = o. Cette distance est donc 54° 44′.

Explication des phénomènes.

1°. *La lune décrit des aires proportionnelles aux temps dans les quadratures et dans les syzygies, ce qui n'arrive point exactement dans tout autre point de son orbite.* La force perturbatrice tangentielle est nulle dans les syzygies et dans les quadratures. Donc dans ces points la vitesse de la lune ne souffre aucune altération: donc la proportionnalité des aires au temps n'est pas détruite. Mais dans tout autre point de l'orbite, la force perturbatrice tangentielle augmente ou diminue la vitesse de la lune, et conséquemment la proportionnalité des aires aux temps est détruite.

2°. *La courbure de l'orbite de la lune est plus grande dans les quadratures que dans les syzygies, toutes choses égales d'ailleurs;* car la courbure de l'orbite augmente dans le rapport composé de l'intensité de la pesanteur et du temps pendant lequel elle agit; et ces deux élémens de la courbure sont plus grands dans les quadratures que dans les syzygies: 1°. la pesanteur est plus grande dans les quadratures où elle éprouve une augmentation par l'influence de la force perturbatrice radiale qui la diminue dans les syzygies.

2°. Elle agit sur chaque point pendant un plus long temps dans les quadratures. Car, son action étant continue, le nombre de ses impressions est proportionnel au temps que le mobile séjourne sur chaque point, et ce temps est plus long vers les quadratures où la vitesse est moindre, plus court vers les syzygies où la vitesse est plus grande. Le calcul démontre que dans une telle orbite et dans les quadratu-

res, la distance de la lune à la terre doit être à sa distance dans les syzygies suivant le rapport de 70 à 69.

La pesanteur tendant à rapprocher la lune de la terre, il semble que la lune devroit être plus loin de la terre dans les syzygies où la pesanteur est moindre et plus près de la terre dans les quadratures où la pesanteur est plus grande. Mais il faut du temps à la pesanteur pour avoir son effet complet, et c'est parce que cette force tend à rapprocher la lune de la terre qu'il arrive que s'en approchant continuellement plus en partant de la quadrature, elle s'en trouve plus rapprochée dans la syzygie.

Si la lune eût décrit originairement un cercle autour de la terre, parvenue à la quadrature, sa pesanteur sur la terre, augmentée par l'action du soleil l'eût fait descendre au-dedans de ce cercle par un arc plus courbe et plus rapproché de la terre. Elle eût ensuite continué de s'en rapprocher davantage, soit en vertu de cette première inflexion, soit en vertu de l'augmentation continuelle de sa pesanteur, qui dure jusqu'à 35° 16′ en deçà de la quadrature. Depuis ce point sa pesanteur est diminuée jusqu'à la conjonction; mais l'inflexion étant faite vers la quadrature, il eût resté à la lune assez de pesanteur pour entretenir l'applatissement de l'orbe qui en provient; et au lieu d'un cercle, la lune eût décrit une ellipse dont le grand axe auroit passé par les quadratures; le petit par les syzygies. Mais l'orbite originaire de la lune, avant que d'être modifiée par l'action du soleil n'étant point un cercle mais une ellipse dont la terre occupe un des foyers, les inégalités que nous venons de décrire se réduisent à rendre la courbure de son orbite, et conséquemment sa distance à la terre plus grandes dans les quadratures, plus petites dans les syzygies, qu'elles ne l'eussent été sans cette action; de manière que la ligne des apsides se trouvant aux quadratures, sa distance apogée sera la plus grande possible, et sa distance périgée la plus grande de toutes ces distances; au lieu que la ligne des apsides concourant avec les syzygies, la distance périgée sera la plus petite possible, et la distance apogée sera la moindre de toutes les distances apogées, quoiqu'elle puisse être encore plus grande que la distance de la lune aux quadratures.

3°. Les mêmes principes suffisent pour faire sentir que *l'orbite de la lune doit s'étendre de plus en plus, à mesure que la terre approche du soleil, et conséquemment que la lune doit être plus éloignée de nous en hyver qu'en été.* Car, quoiqu'en vertu de l'inflexion qui se fait dans l'orbite de la lune vers les quadratures, cette orbite doive s'applatir vers les syzygies, cependant parce que la diminution de sa pesanteur aux syzygies est double de l'augmentation qu'elle éprouve aux quadratures, l'applatissement aux quadratures est moindre, et la lune moins rapprochée de la terre, que si la diminution étoit précisément egale à l'augmentation : d'où il résulte qu'il se fait à chaque révolution une dilatation de l'orbite, due à la quantité dont la diminution de la pesanteur surpasse l'augmentation; or cet excès de diminution de la pesanteur dans les syzygies sur son augmentation dans les quadratures, est plus grand lorsque la terre est plus près du soleil que lorsqu'elle en est plus éloignée : car plus la terre approche du soleil, plus la distance de la lune à la terre est compa-

rable dans la conjonction à la distance de la terre au soleil ; donc plus la diminution absolue de la pesanteur de la lune sur la terre, est grande ou comparable par rapport à sa pesanteur absolue : et si de cette diminution totale on retranche la moitié pour faire déduction de la quantité dont la pesanteur augmente dans les quadratures, il est clair que le reste qui exprime la diminution effective de la pesanteur de la lune dans une révolution, est plus grand lorsque la terre est périhélie, que lorsqu'elle est aphélie, et que son orbite doit être moins resserrée dans le premier cas que dans le second.

On voit par là pourquoi la lune est plus éloignée de nous en hiver qu'en été : la terre avançant continuellement en hiver vers son périhélie, il se fait une dilatation consécutive de l'orbite de la lune, proportionnée à l'augmentation de la diminution de sa pesanteur, au lieu qu'en été la terre étant vers son aphélie, la pesanteur de la lune souffre une moindre diminution en vertu de la plus grande distance du soleil, et son orbe est plus comprimé par le résidu de sa pesanteur vers les syzygies.

4°. Les carrés des temps périodiques sont comme les cubes des distances moyennes, c'est-à-dire, des demi-grands axes des orbites (*Voyez* Lois de Kepler et Force centrale) ; et conséquemment les temps périodiques sont comme les racines carrées des cubes des grands axes ; d'où il suit que les temps périodiques sont plus longs quand les orbites sont plus grandes, ce qui arrive en hiver lorsque la terre est périhélie ; plus longs quand les orbites sont plus petites, ce qui arrive en été lorsque la terre est aphélie : donc le temps périodique de la lune doit être plus long en hiver qu'en été ; et comme la contraction ou la dilatation de l'orbite doivent augmenter par degrés à mesure que la lune s'éloigne ou s'approche du soleil, il doit en résulter des inégalités entre les temps de plusieurs révolutions consécutives de la lune, ce qui est conforme à l'observation.

5°. *L'apogée de la lune est animé d'un mouvement direct qui lui fait faire une révolution entière selon l'ordre des signes dans l'espace d'environ neuf ans.* Si l'action du soleil ne troubloit point le mouvement de la lune autour de la terre, ce satellite tendant vers le centre de la terre en vertu d'une force soumise à la loi inverse des carrés des distances, seroit toujours à une égale distance de cette planète dans les points de son orbite qui répondroient aux mêmes points du ciel, et la courbe qu'il décriroit seroit une ellipse immobile. Mais l'action du soleil diminue la pesanteur de la lune dans les syzygies, et l'augmente dans les quadratures : donc la ligne des apsides de la lune n'est pas immobile : elle doit être animée tantôt d'un mouvement direct, tantôt d'un mouvement rétrograde ; et parce que la diminution de la pesanteur de la lune, dans les syzygies, est double de l'augmentation dans les quadratures, et qu'elle s'étend à 54° 44′ de part et d'autre des syzygies, tandis que l'augmentation ne s'étend qu'à 35° 16′ de part et d'autre des quadratures, la cause qui fait avancer l'apogée l'emporte de beaucoup sur celle qui le fait rétrograder : il n'est donc point étonnant qu'il paroisse faire une entière révolution suivant l'ordre des signes dans l'espace d'environ neuf ans.

6. *L'excentricité de l'orbite de*

la lune augmente dans les syzygies, diminue dans les quadratures. Pour peu qu'on réfléchisse sur ce que nous avons déjà dit, il est clair que la même cause qui donne naissance au mouvement de l'apogée de la lune, doit faire varier son excentricité. Elle seroit constante si le soleil n'exerçoit aucune action sur la lune. Mais par l'action du soleil, la pesanteur de la lune diminue dans les syzygies, et elle y diminue d'autant plus que sa distance actuelle de la terre est plus grande, d'autant moins que cette distance est plus petite; et conséquemment dans les syzygies, elle diminue plus qu'elle n'auroit fait, là où elle est plus petite, moins là où elle est plus grande : donc dans le passage de la lune de son abside supérieure à l'inférieure par la syzygie, sa pesanteur actuelle, aux environs de cette abside inférieure, est plus grande par rapport à sa pesanteur aux environs de l'abside supérieure, que dans le rapport inverse des carrés des distances : d'où il résulte que son mouvement est plus infléchi vers le centre, que si la terre agissoit seule sur ce satellite, ce qui augmente l'excentricité.

Lorsque la lune, montant de son abside inférieure, passe par la quadrature, sa pesanteur est augmentée, et elle l'est d'autant plus que sa distance à la terre est plus grande à cette quadrature; c'est-à-dire, qu'elle augmente là où naturellement elle est plus petite: donc elle y diminue moins qu'elle ne devroit, et conséquemment le mouvement de la lune est rendu plus circulaire, ce qui diminue son excentricité. Mais parce que la force qui augmente l'excentricité dans les syzygies, est plus grande que celle qui la diminue dans les quadratures, il faut conclure que l'effet de l'action du soleil doit être, toute compensation faite, d'augmenter à chaque révolution de la lune, son excentricité, ce qui est conforme à l'observation.

Art. II.

Où l'on combine les effets des forces précédentes avec l'inclinaison de l'orbite de la lune, et où l'on explique les phénomènes de la rétrogradation des nœuds, auxquels cette combinaison donne naissance.

Dans l'article précédent nous avons déterminé les forces qui troublent le mouvement de la lune, en supposant le plan de son orbite, couché sur le plan de l'écliptique. Cette supposition n'est point exacte, car le plan de l'orbe lunaire est incliné d'environ 5°9′ à celui de l'orbe de la terre : donc la force perturbatrice LO se décompose alors en deux forces, l'une LM=OV tirée (*fig.* 87, *pl.* 11) perpendiculairement sur le plan de l'orbe de la lune au point où est ce satellite, et que nous appelons *force déturbatrice*, l'autre LV couchée sur ce plan. La ligne LV est toujours très-grande par rapport à LM; d'ailleurs l'angle VLO est toujours très-petit à cause du peu d'inclinaison de l'orbite de la lune : donc on peut prendre LV=LO. Nous avons déterminé dans l'article précédent les effets de la force LO : il nous reste à considérer ceux de la force déturbatrice LM, et son rapport avec l'augmentation où la diminution de la force centrale de la lune.

Pour trouver le rapport de la force LM ou VO avec TL, qui exprime l'augmentation de la force centrale dans la quadrature, soit la ligne des nœuds

TP; menons lui la perpendiculaire VP, et joignons PO, il est clair que l'angle VPO est égal à l'inclinaison du plan de l'orbite de la lune sur le plan de l'écliptique : donc on a TR ou TL : TO :: R : 3 *sin* LTR. On a aussi TO : OP :: R : *sin* OTP. On a enfin OP : OV ou LM :: R : *sin* OPV. Multipliant terme à terme et divisant la première raison par TO × OP on a TL : TM :: R^3 : 3 *sin* LTR × *sin* OTP × *sin* OPV. Et conséquemment *l'augmentation de la pesanteur de la lune à la quadrature, est à la force déturbatrice, c'est-à-dire, à la force perpendiculaire sur le plan de l'orbe de la lune, pour en troubler l'inclinaison, comme le cube du rayon, est au triple sinus de la distance de la lune à la quadrature, multiplié par le sinus de la distance du nœud à la syzygie, et par le sinus de l'inclinaison de l'orbite de la lune.*

Il suit de là, 1°. que la force déturbatrice est nulle dans trois cas, 1°. lorsque la lune n'a point de latitude; 2°. lorsqu'elle est en quadrature; enfin quand la ligne des nœuds concourt avec celle des syzygies. Car dans ces trois cas, un des facteurs étant nul, le produit devient nul.

2°. La force déturbatrice est la plus grande possible, quand la lune, étant dans les syzygies, elle se trouve en même temps dans ses limites. Car alors les trois sinus sont les plus grands possibles.

3°. La force déturbatrice est en général d'autant plus grande, que la lune ayant une plus grande latitude, se trouve plus près de la syzygie.

La force déturbatrice LM donne sans cesse à la lune une tendance vers le plan de l'écliptique auquel aboutissent les deux forces TL, OL; et conséquemment la force déturbatrice tend non seulement à faire varier l'inclinaison de l'orbite de la lune sur le plan de l'écliptique, mais aussi à faire que la lune arrive au plan de l'écliptique, et le traverse plutôt qu'elle n'auroit fait sans l'impulsion de cette force : d'où il résulte que suivant que cette force devient plus grande, plus petite ou nulle, l'inclinaison de l'orbite de la lune diminue, augmente ou est la plus grande, et le nœud vers lequel la lune s'avance, s'en approche plus ou moins ou point du tout.

Pour rendre ces vérités plus sensibles, soit la lune en L, dans le passage de la conjonction à la première quadrature en R. Dans cette position la lune tend vers M en vertu de la force déturbatrice; d'ailleurs elle tend vers N en vertu du mouvement propre qui l'anime suivant l'ordre des signes: donc elle doit prendre la direction L*n* de la diagonale du parallélogramme construit sur les deux droites qui expriment le rapport et la direction de ces deux tendances. D'où il résulte que l'orbite de la lune doit prendre la position L*n*, de manière que le nœud *n* se trouve rapproché de N en *n* contre la suite des signes, et l'inclinaison de cette orbite, où l'angle L*n*D doit devenir plus grand. La même chose arrive dans le passage de l'opposition à la seconde quadrature : donc en général dans le passage d'une syzygie à la quadrature suivante, le nœud de la lune est animé d'un mouvement rétrograde, et l'inclinaison de son orbite augmente.

Supposons à présent la lune en *l* dans son passage de la seconde quadrature à la conjonction. Soit *l m* la direction de la force qui tend à rapprocher la

lune du plan de l'écliptique. Il est évident que cette force se combinant avec le mouvement propre de la lune suivant l'ordre des signes, elle doit se mouvoir dans la direction moyenne *lQ*, et son orbite D*l*C doit prendre la situation *dl*Q; ce qui fait que l'angle *ldm* qui mesure l'inclinaison, devient plus petit que l'angle *l*D*m*, et que le nœud va de D en *d* contre l'ordre des signes: donc dans le passage d'une quadrature à la syzygie suivante, le nœud de la lune a une marche rétrograde, et l'inclinaison de l'orbite diminue.

Donc en général le nœud de la lune ne marche jamais suivant l'ordre des signes; il n'est stationnaire que lorsque la lune est en quadrature, ou qu'elle n'a point de latitude. Dans tous les autres cas sa marche rétrograde est d'autant plus rapide que la lune se trouve plus près de la syzygie, et qu'elle a une plus grande latitude.

Newton calculant l'effet de la force déturbatrice, a trouvé que les nœuds doivent rétrograder d'environ 19° 18′ 1″; et sur ce point comme sur tous les autres, la théorie est d'accord avec l'observation.

Quant à l'inclinaison de l'orbite de la lune, il est aisé de voir qu'elle change quatre fois à chaque révolution; deux fois elle augmente, et deux fois elle diminue; elle est à son maximum lorsque la ligne des nœuds concourt avec celle des quadratures; à son minimum, si la ligne des nœuds se confond avec celle des syzygies.

LUNE (Éclipse de). (*Voyez* Éclipse de Lune).

LUNE (Mouvement de). *Voyez* Mouvement de la Lune.)

LUNE (Nouvelle). *Voy.* Nouvelle Lune.

LUNE (Pleine). *Voyez* Pleine Lune.

LUNE (Quartier de la). (*Voyez* Quartier de la lune.

LUNE (Taches de la) *Voyez* Taches de la Lune.

LUNETTE. Instrument composé d'un ou de plusieurs verres, qui a la propriété de faire voir distinctement des objets qu'on n'apercevroit que confusément, ou même point du tout sans leur secours.

On distingue plusieurs sortes de lunettes. Les plus simples sont celles qui servent habituellement aux presbytes, et qui sont composées d'un seul verre convexe pour chaque œil. L'invention de ces lunettes a été longtemps attribuée au moine *Roger Bacon;* mais *Montucla* a prouvé, dans son *Histoire des Mathématiques*, que l'honneur de cette découverte est dû très-probablement à un Florentin, nommé *Salvino de Gliarmati*, qui mourut en 1317.

Il y a des lunettes simples qui sont connues sous le nom de conserves. Elles sont formées de verres plans, teints d'une couleur obscure. Elles servent à absorber une partie des rayons lumineux, et conséquemment à diminuer la clarté qui blesseroit des yeux foibles et délicats. Les conserves ne sont pas, à proprement parler, des lunettes: celles-ci sont formées de verres convexes; elles servent à remédier à un défaut réel de l'organe de la vision; et ce défaut qui consiste à ne pas voir distinctement des objets trop proches et trop petits, augmente toujours à mesure qu'on avance en âge.

Les grandes lunettes d'approche s'appellent plus particulièrement *té-*

lescopes. Elles sont formées de plusieurs verres convexes. Les petites lunettes d'approche, qu'on appelle *lorgnettes d'opéra*, sont composées de deux verres, un objectif convexe, et un oculaire concave. (*Voy.* Objectif, Oculaire, Télescope.)

C'est de l'année 1300 que date l'invention des lunettes simples. Les lunettes d'approche n'ont été découvertes qu'au commencement du dix-septième siècle.

LUNETTE ACHROMATIQUE. Lunette au travers de laquelle on n'aperçoit aucune des couleurs de l'Iris.

Les bords de l'objectif des lunettes ordinaires laissent apercevoir des couleurs très-fortes qui altèrent la netteté de l'image principale, et qui ont pour cause la différente réfrangibilité des rayons élémentaires dont se compose le fluide lumineux. (*Voy.* Aberration de réfrangibilité.) Ce défaut important a fixé l'attention des géomètres et des plus célèbres artistes; et leurs efforts réunis n'ont pas tardé à le faire évanouir.

Euler réfléchissant sur la structure de l'œil, eut d'abord l'idée ingénieuse d'imiter sa construction dans la fabrication des lunettes. Les images des objets que nous regardons sans le secours d'aucun verre, ne sont altérées par aucun mélange de couleurs étrangères: nos yeux sont donc véritablement achromatiques, c'est-à-dire, que les différentes humeurs dont se compose l'organe de la vision sont arrangées de manière qu'il n'en résulte aucune diffusion des foyers; et conséquemment, si dans la construction des lunettes, on combine des milieux de différente densité; on parviendra à faire des lunettes, à l'aide desquelles les images auront la même netteté que celles qui se forment à la vue simple.

D'après cette idée, *Euler* chercha les dimensions des objectifs formés de verre et d'eau, de manière à pouvoir imiter la combinaison qui se fait naturellement dans l'œil. Mais tous les moyens que lui fournit la géométrie, ne purent compenser ce qui lui manquoit de connoissances par rapport à l'effet des différentes substances pour la dispersion des rayons colorés. Aussi les lunettes qui furent exécutées à Paris, sur ce principe, n'eurent que peu de succès.

Dollond s'empara de l'idée d'*Euler*, et après différentes tentatives, il parvint à l'utiliser, non en employant pour former les objectifs, du verre et de l'eau, qui, relativement à leurs réfractions moyennes, ne produisent pas des différences assez sensibles dans les réfrangibilités des couleurs, mais en combinant des verres de différente qualité.

Un verre très-blanc et très-transparent, connu à Londres sous le nom de *flint-glass*, et en France, sous celui de *cristal d'Angleterre*, est celui qui, suivant *Dollond*, donne les iris les plus remarquables, et conséquemment celui dans lequel la réfraction du rouge diffère le plus de celle du violet. Un verre verdâtre, connu sous le nom de *crown-glass*, et qui ressemble beaucoup, en qualité, à notre verre commun, est celui qui donne la moindre différence dans la réfrangibilité. Ce sont les deux substances que *Dollond* employa en 1758, pour former les objectifs, et il trouva que le rapport des différentes dispersions étoit celui de 3 à 2, ensorte que le spectre coloré, qui, avec un prisme

de *crown-glass*, auroit deux pouces de longueur, en auroit trois avec un prisme de *flint-glass*.

Le fluide lumineux qui, partant de l'objet, tombe sur le premier verre bi-convexe de l'objectif, qui est de *crown-glass*, éprouve deux réfractions, l'une en entrant, l'autre en sortant; et les rayons colorés qui le composent se séparent. Ces rayons traversant ensuite les deux surfaces du verre bi-concave, qui est de *flint-glass*, sont réfractés en sens contraire, mais plus fortement qu'ils ne l'avoient été par le premier verre, parce que le second est plus réfringent, soit à raison de sa densité, soit à raison de sa courbure. Enfin ces rayons tombant sur le troisième verre bi-convexe, qui est de *crown-glass*, sont réfractés de nouveau en sens contraire de ce qu'a fait le *flint-glass*, mais d'une quantité égale à ce que le *flint-glass* avait fait de trop. Le fluide lumineux éprouve donc, en pénétrant les trois verres dont se compose l'objectif des lunettes achromatiques, différentes réfractions desquelles résulte une réunion parfaite des rayons, qui fait disparoître les couleurs.

Les premières lunettes qui furent ainsi exécutées par *Dollond*, eurent un très-grand succès. Bientôt après, de grands géomètres, parmi lesquels on distingue *Euler*, *Clairaut*, *d'Alembert*, s'occupèrent avec beaucoup d'activité, de perfectionner la théorie des lunettes *achromatiques*.

Différens moyens ont été proposés pour faire évanouir l'aberration de réfrangibilité. Le premier consiste à faire varier les rayons de la courbure des surfaces réfringentes, et la grandeur de l'ouverture qu'on peut leur donner. Mais comme il est très-difficile, peut-être même impossible de se procurer plusieurs morceaux de verre d'une densité parfaitement égale, quoique de la même espèce, on ne peut pas toujours employer les courbures indiquées par les géomètres.

Euler propose un moyen ingénieux et plus simple que le précédent, dans un mémoire imprimé dans les *Recueils de l'Académie des Sciences*, année 1765. Voici en quoi il consiste.

Toutes les images colorées, produites par la séparation des rayons différemment réfrangibles, sont situées à des distances différentes sur l'axe, elles sont inégales en grandeur, et les plus voisines de l'œil sont les plus petites : si donc on imagine une ligne qui rase l'extrémité de toutes les images, elle ira joindre l'axe dans un point, et l'œil placé dans ce point, verra l'image la plus voisine de lui couvrir toutes les autres; et comme le mélange de tous les rayons colorés forme le blanc, il n'apercevra plus de couleur, quand même il ne seroit pas possible de réunir toutes les images colorées. Il ne s'agit donc que de déterminer le point de l'axe où l'œil doit être situé, pour que la confusion causée par les différentes couleurs, s'évanouisse entièrement; et cette détermination est facile.

Soit NV (*fig.* 88 *pl.* 11), la dernière image principale représentée par les surfaces réfringentes, *Nn* son espace de diffusion, et *nu* l'image d'une autre couleur quelconque. Menons par les extrémités *u* et V, la droite *u*VO coupant l'axe en O, il est visible que l'œil étant situé en O, chaque point de l'objet sera dépeint sur le même point de la rétine par tous les rayons différens, et conséquemment la vision ne sera plus trou-

blée par l'apparence des bords colorés Nous n'avons donc qu'à chercher le point O ; or $NO = \frac{Nn}{nu - NV} \cdot NV = \frac{Nn \cdot NV}{dNV} = \frac{Nn}{dNV}$.

Il est visible que ce moyen peut toujours être employé, même en ne se servant que de lentilles d'une seule espèce de verre. Dans tous les cas, il ne s'agit que de connoître la diffusion ou l'écartement des couleurs, causé par la réfraction dans les différentes matières; on mesure cette division, ou par l'espace qu'occupent les couleurs au foyer de deux différentes lentilles formées de ces matières, ou en faisant passer le rayon au travers de deux prismes adossés, dont le premier est formé d'une de ces matières, et le second de l'autre. Dans la première méthode, la mesure est très-difficile, parce qu'il n'est pas aisé de fixer la limite des couleurs dans l'image. La seconde méthode exige seulement qu'on connoisse les angles des prismes qui, quoique petits, peuvent être appréciés avec assez d'exactitude.

LUNETTE D'APPROCHE. Lunette composée de deux ou plusieurs verres, qui sert à voir distinctement des objets trop éloignés pour être bien vus à la vue simple.

On distingue différentes sortes de lunettes d'approche. Les unes ne sont composées que de deux verres; les autres en ont un plus grand nombre, et tous ces verres sont placés dans des tuyaux.

Parmi les premières, les unes se composent d'un verre convexe, qui sert d'objectif, et d'un verre concave, qui sert d'oculaire. Telles sont les lunettes d'opéra, et les lunettes connues sous le nom de *télescope hollandais* ou *de Galilée*. (*Voyez* TELESCOPE.)

Les pinceaux lumineux qui partent de chaque point d'un objet éloigné, et qui forment autant de pyramides, dont les bases sont appuyées sur l'objectif, se changent en traversant cet objectif, en autant d'autres pyramides opposées aux premières par leurs bases; et leurs sommets iroient tracer une image renversée de cet objet : mais avant le point où cette image seroit dessinée, on place l'oculaire concave, qui fait perdre aux rayons leur convergence, ou qui même leur fait acquérir assez de divergence, pour que l'œil, recevant ces rayons, aperçoive l'objet dans sa situation naturelle.

Dans les autres lunettes composées de deux verres, l'objectif et l'oculaire sont tous deux convexes. Mais au lieu de placer l'oculaire entre l'objectif et l'endroit où se forme l'image, on le place au-delà de cet endroit, et à une distance de cette image à peu près égale à celle de son foyer. Cette image devient ainsi l'objet immédiat de la vision; et, comme cette image est renversée, l'œil l'aperçoit dans cette situation, ce qui est indifférent pour les objets célestes. (*Voyez* TÉLESCOPE ASTRONOMIQUE.) Lorsqu'on se sert de ces lunettes pour considérer des objets terrestres, qu'il importe toujours de voir dans leur situation naturelle, on ajoute au moins deux autres verres convexes, entre lesquels se forme une seconde image qui est vue par l'œil, et qui a la même situation que l'objet. (*Voyez* TÉLESCOPE TERRESTRE.)

Cet instrument, aussi admirable qu'utile, qui rapproche la vue des corps éloignés, n'a point été connu des

anciens ; il ne l'a même été des modernes, sous le nom de *lunettes de Hollande*, ou de *Galilée*, qu'au commencement du dix-septième siècle ; et c'est le hazard, le père des grandes découvertes, qui lui a donné naissance.

Le fils d'un ouvrier d'Alcmaër, connu sous le nom de *Jacob Metzu*, qui faisoit dans cette ville de la Nord-Hollande, des lunettes à porter sur le nez, tenoit d'une main un verre convexe, tel que ceux qui servent si utilement aux presbytes, et de l'autre main, un de ces verres concaves dont les myopes font usage ; il mit, par hazard, le verre concave au voisinage de son œil ; et ayant un peu éloigné le verre convexe qu'il tenoit au-devant avec l'autre main, il s'aperçut qu'il voyoit au travers de ces deux verres, quelques objets éloignés, beaucoup plus grands et plus distinctement qu'il ne les voyoit auparavant sans leur secours. Ce phénomène excita sa surprise ; il en rendit témoin son père, qui s'empressa d'assembler ces mêmes verres, et d'autres semblables, dans des tubes de quatre ou cinq pouces de longueur, pour en former des lunettes d'approche.

Le bruit de cette importante découverte se répandit dans toute l'Europe, avec la plus grande célérité. *Galilée* ne tarda pas à construire une lunette sur le modèle de celles de Hollande ; elle étoit longue d'environ 5 pieds ; et cependant, s'il faut en croire la tradition, elle lui servit, malgré cette excessive longueur, à reconnoître le mouvement des satellites de Jupiter.

Descartes publia ensuite, en 1637, son beau *Traité de dioptrique*, dans lequel il a poussé fort loin la théorie sur la vision, et sur la figure que doivent avoir les lentilles des *lunettes d'approche* ; mais il s'est trompé dans les espérances qu'il fondoit sur la construction d'une grande *lunette*, avec un verre convexe pour objectif, et un concave pour oculaire. Une *lunette* de cette espèce ne feroit voir qu'un espace presqu'insensible de l'objet.

Descartes ne pensa point à l'avantage qu'il retireroit de la combinaison d'un verre convexe pour oculaire. Cependant, sans cela, ni les grandes *lunettes*, ni les petites, n'auroient été d'aucun usage pour faire des découvertes dans le ciel, et pour l'observation des angles.

Képler l'avoit annoncé en 1711, dans l'ouvrage qu'il publia sur la dioptrique ; et c'est à cette année qu'il faut fixer la véritable époque de la *lunette* à deux verres convexes ; quoique *Huyghens*, à qui nous devons l'invention du micromètre, les ait mis le premier au foyer de l'objectif, pour voir distinctement les plus petits objets. Il s'en servit avec avantage, pour mesurer le diamètre des planètes, après avoir vu, par l'expérience du passage d'une étoile derrière ce corps, combien de secondes de degrés il comprenoit.

LYNX. C'est ainsi que les astronomes appellent une des constellations de la partie boréale du ciel, qui est située entre la grande Ourse et le Cocher, au-dessus des Gémeaux. C'est une des onze constellations formées par *Hévélius*, et ajoutées aux anciennes, dans son ouvrage qui a pour titre : *Firmamentum sobieskianum*.

Cette constellation est une de celles qui demeurent constamment sur notre horizon, et qui conséquemment ne se couchent jamais à notre égard.

LYRE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie boréale du ciel, qui est située au-dessus du Dragon, entre Hercule et le Cygne. C'est une des 48 constellations formées par *Ptolemée*.

Il y a, dans la constellation de la Lyre, une étoile de la première grandeur, appelée simplement et particulièrement la *Lyre*.

M

MACHINE. On appelle ainsi tout instrument qui sert à transmettre l'action d'une force à un corps qui n'est pas dans sa direction. En général, une machine est un instrument simple ou composé, destiné à produire du mouvement, de manière à épargner, ou du temps dans la production de l'effet, ou de la force dans la cause.

Les machines sont simples ou composées.

Il y a sept machines que nous considérons comme simples; savoir les cordes ou machines funiculaires, le levier, la poulie, le tour, le plan incliné, la vis et le coin.

Les machines composées sont celles qui résultent de la combinaison de plusieurs machines simples. On les emploie dans des circonstances où une seule machine simple ne seroit pas assez favorable à la puissance.

Il y a dans une machine quelconque trois choses principales à considérer; savoir, la puissance, la résistance et le point d'appui. (*Voyez* sur cet objet l'article Équilibre dans les machines.)

Lorsqu'on veut calculer l'effet d'une machine, on la considère ordinairement dans l'état d'équilibre. Mais, après ce calcul, on n'a point encore une idée exacte de l'effet de la machine : car les machines sont destinées à mouvoir; il faut donc, pour apprécier leurs effets, les considérer dans l'état de mouvement, et alors il faut avoir égard, 1°. à la masse de la machine ou des pièces de cette machine que la puissance est obligée de soulever, et qui augmentent la résistance; 2°. au frottement. C'est principalement ce frottement et les lois de la résistance des solides, si différens pour les grands et les petits corps, qui font qu'on ne peut conclure de l'effet d'une machine en petit, à celui d'une autre machine semblable en grand, parce que les résistances n'y sont pas proportionnelles aux dimensions des machines.

(*Voyez* le mot Équilibre, et les articles relatifs aux différentes machines, soit simples soit composées.)

MACHINE DE BOYLE. C'est la même chose que machine pneumatique. (*Voy.* Machine pneumatique.)

MACHINE DE COMPRESSION. On a donné ce nom à une machine qui sert à comprimer l'air, et conséquemment à diminuer son volume, en augmentant sa densité.

Elle est principalement composée d'une tablette de bois, qui porte en-dessous un canal de cuivre, logé en partie dans l'épaisseur du bois, et dont les deux extrémités recourbées effleurent la surface supérieure de la tablette. L'une de ces extrémités est surmontée d'une grosse vis, qui a sept à huit lignes de longueur; à l'autre extrémité sont adaptés, 1°. une petite platine circulaire, percée par le milieu, et attachée au bois avec des

vis ; 2°. un robinet dont la boîte effleure le dessus de la tablette, et dont la clef est percée de deux orifices, l'un diamétral et l'autre oblique, qui va gagner l'axe.

La grosse vis, qui est à l'une des extrémités du canal métallique, et qui excède de toute sa longueur le plan supérieur de la tablette, reçoit une platine circulaire de cuivre, d'environ 175 millimètres, (6 pouces et demi) de diamètre. Cette platine est percée au centre, et retenue par un écrou plat, sous lequel on met un cuir gras, afin que l'air ne puisse pas s'échapper par la jonction. Elle est d'ailleurs rebordée d'un cercle de cuivre soudé à l'étain, qui a 9 millimètres, (environ 4 lignes) de hauteur.

Entre deux piliers de fer qui s'élèvent sur les deux côtés de la tablette de bois, et sur la platine recouverte d'un cuir mouillé, on place un vase de cristal, ouvert par les deux bouts ; ce vase a partout environ 9 millimètres (4 lignes) d'épaisseur, et environ 162 millimètres (6 pouces) de diamètre ; il est rétréci d'un tiers par les deux bouts, et sa hauteur est telle que, quand les bords en auront été bien dressés, elle excède un peu celle des piliers de fer qui s'élèvent sur les côtés de la tablette. Sur le bord supérieur du vase, on étend un cuir mouillé, et on place par dessus une platine circulaire de fer, qui a deux oreilles coudées et percées pour entrer sur les tenons à vis des deux piliers, auxquels on l'arrête avec deux écroux. Cette platine ferme exactement le vase de cristal ; elle est percée dans son milieu, d'un orifice destiné à recevoir, en cas de besoin, une boîte à cuir. Dans les cas ordinaires, cet orifice se tient fermé à la faveur d'une vis et d'un cuir gras interposé.

Pour prévenir les fâcheux accidens qui peuvent résulter de la rupture du vase de cristal, on le couvre d'une cage métallique qui retient les éclats de verre, lorsque le ressort de l'air, trop fortement comprimé, détermine sa cassure.

On introduit l'air dans le récipient, par le canal métallique, logé en partie dans l'épaisseur de la tablette, à la faveur d'une pompe foulante, adaptée à l'une de ses extrémités.

Lorsqu'on veut faire usage de cette machine, on place dans le récipient ce qu'on veut mettre en expérience. On met la cage par-dessus, avec la platine de fer et les écrous que l'on serre fortement ; on tourne la clef du robinet, pour établir la communication entre la pompe et le récipient, et l'on fait jouer le piston.

Lorsque l'air est suffisamment condensé, on fait faire un quart de tour à la clef du robinet, pour fermer le canal du côté du récipient, afin d'y retenir l'air dans l'état de compression qu'on lui a fait prendre : et pour laisser échapper cet air, on fait achever le demi tour à la clef, ce qui établit la communication de l'atmosphère avec l'intérieur du récipient.

MACHINE DE CONDENSATION. C'est la même que la machine de compression. (*Voyez* MACHINE DE COMPRESSION).

MACHINE ÉLECRIQUE. Machine destinée à produire les phénomènes électriques.

Un simple tube de verre, un bâton de cire d'Espagne, tels sont les premiers instrumens qui ont servi à la production des phénomènes électri-

ques. *Hauxbée* imagina ensuite de faire mouvoir rapidement un globe de verre sur son axe, et ce fut avec cet appareil, qui reçut le nom de *machine électrique*, qu'on étendit singulièrement la sphère des phénomènes. Tous les physiciens, à l'exception de *Dufay*, qui resta constamment attaché aux tubes de verre, adoptèrent l'appareil imaginé par *Hauxbee*; mais chacun lui fit éprouver des modifications dont le détail seroit fastidieux et inutile. Il nous suffira de dire que cette machine consistoit principalement en un cylindre ou sphéroïde de verre, de soufre ou de résine, qu'on faisoit mouvoir par le moyen d'une roue de 13 décimètres (environ 4 pieds) de diamètre. Cet appareil était volumineux, et par conséquent embarrassant. Les Anglais substituèrent un engrenage à la roue, et c'est à l'aide d'un pignon ou d'une vis sans fin, appliquée à l'une des extrémités de l'axe du globe, et d'une roue dentée d'un diamètre assez petit, qu'ils parvinrent à produire une rotation très-rapide, sans que l'appareil fût très-volumineux.

On frottoit d'abord le globe avec la main. On imagina ensuite un coussinet; il étoit fixé sur une planche, et conséquemment peu propre à céder aux irrégularités du globe ou du cylindre. On fit disparoître cette défectuosité en établissant les coussinets sur une platine à ressort. Malgré ces modifications, il restoit à ces sortes de machines un inconvénient funeste auquel on n'a pu remédier, et qui a décidé leur proscription. C'est la détonation foudroyante à laquelle les globes, les cylindres et tous les vaisseaux de cette espèce sont sujets lorsqu'on les frotte en les faisant tourner rapidement sur leur axe. Cet inconvénient est d'autant plus grave, qu'il est impossible de le prévoir et de s'en garantir. L'explosion imprévue et subite fait éclater le globe avec fracas, et les débris de la fracture sont lancés avec violence à une grande distance. Pour éviter le danger de la cassure, on a substitué aux globes et aux cylindres, des plateaux de verre qu'on fait mouvoir circulairement sur leurs axes. Outre la sûreté avec laquelle on peut employer les machines à plateaux, elles ont encore l'avantage, lorsqu'elles ont une certaine grandeur, de produire beaucoup plus d'effet que les meilleures machines à globes.

Les principales parties de cette machine représentée par la figure 89, pl. 11, sont le plateau de verre, les frottoirs et le conducteur.

Le plateau P*p* est un plan de glace bien unie qu'on fait tourner verticalement à l'aide d'une manivelle *a b* attachée à l'axe de fer *a d* qui traverse le centre du plateau. Le diamètre du plan doit être proportionné à la grandeur de l'appareil. Un plateau de 324 millimètres (24 pouces) de diamètre, peut donner des étincelles à 13 millimètres (6 pouces) de distance.

Le frottoir est destiné à faire naître l'électricité dans le plateau de verre. Celui dont on se sert consiste en des coussins *x*, *x* de maroquin rouge garni de crin, ou mieux encore en des coussins de soie rembourrés de crin, et recouverts d'un morceau de cuir enduit d'un amalgame qui s'y attache et s'y incruste fortement.

L'amalgame donne plus de force à l'électricité dans le verre poli; tout métal dissous dans le mercure produiroit probablement le même effet; mais l'amalgame dont on se sert est com-

posé de deux tiers de mercure et d'un tiers d'étain laminé, le tout mêlé ensemble jusqu'à ce qu'il en résulte une espèce de pâte. Un amalgame composé d'une partie de zinc et de cinq parties de mercure paroît mériter la préférence.

Pour que les coussins soient bien conditionnés, ils doivent, autant qu'il est possible, remplir les fonctions d'un bon conducteur dans la partie qui touche le plateau pendant qu'on le fait tourner, afin que le fluide electrique s'y porte promptement, et avoir toutes les qualités d'un mauvais conducteur à sa partie opposée, afin que le fluide électrique accumulé sur le verre ne reflue point par le dos du coussin. Voilà pourquoi les coussins de soie méritent la préférence sur ceux de maroquin.

Le conducteur n'est autre chose qu'un cylindre métallique isolé DE, garni à une de ses extrémités d'une ou de plusieurs pointes *g*, *h*, et destiné à recevoir immédiatement l'électricité du plateau de verre. On le fait ordinairement de cuivre. Lorqu'on veut ménager la dépense, on peut se contenter d'un cylindre de carton couvert de feuilles d'étain ou de papier doré; mais quelque matière qu'on emploie pour faire les conducteurs, et quelque forme qu'on leur donne, il est essentiel d'en ôter les angles et les pointes, et si l'on est obligé d'y pratiquer des cavités et des ouvertures, il faut toujours en arrondir les bords et les rendre parfaitement lisses, pour des raisons qui sont exposées avec détail, art. Électricité. (*Voyez* ce mot.)

Une observation constante a appris que plus le conducteur a de surface, plus l'étincelle qu'on en tire est forte. Aussi, donne-t-on à présent aux conducteurs beaucoup plus d'étendue qu'on n'en donnoit autrefois. Il pourroit arriver cependant, s'ils devenoient trop volumineux, qu'ils dissipassent, par leur superficie, plus de fluide que le plateau de verre ne pourroit leur en fournir.

Il est nécessaire que le conducteur soit fixé d'une manière stable. Il ne doit pas être soutenu par des cordons de soie : il faut qu'il soit appuyé sur des pieds de verre qu'on peut enduire d'une couche de résine ou de cire d'Espagne. En un mot, il importe que tout l'appareil ait beaucoup de solidité pour se garantir d'un grand nombre d'accidens que sa fragilité feroit naître.

Telle est la description de la machine électrique qui est aujourd'hui généralement en usage. *Van-Marum* vient de lui faire éprouver quelques modifications avantageuses. 1°. Il substitue la laine au crin, dans la construction des coussins qui servent de frottoir; 2°. il adapte aux coussins des vis de pression; 3°. le plateau de glace est environné, dans la partie inférieure, et de chaque côté du montant traversé par l'axe qui le soutient, de taffetas enduit d'une couche de matière non conductrice, telle que le succin. *Fortin* a exécuté, d'après ce plan, plusieurs machines qui développent beaucoup plus d'électricité que les machines ordinaires; et cela n'a rien qui étonne; car il est visible, 1°. qu'à la faveur des vis de pression, on rapproche à volonté les coussins du plateau, et qu'on augmente ainsi leur contact, favorisé d'ailleurs par la laine qui s'y prête bien mieux que le crin; 2°. l'électricité qui se développe est retenue sur la surface du plateau par le taffetas résineux qui, en vertu de sa faculté non conductrice, résiste à son évasion.

MACHINES FUNICULAIRES, ou CORDES. Les cordes sont des corps longs, flexibles, quelquefois simples, mais le plus souvent composés de plusieurs cordons formés par un assemblage de fils de chanvre, qui sont tordus plus ou moins.

Les cordes sont d'un usage indispensable dans un grand nombre de machines, telles que la poulie, le treuil, le cabestan, etc., pour transmettre l'action des forces.

Pour simplifier les calculs, on suppose en mécanique, que les cordes sont parfaitement flexibles, sans pesanteur, et réduites à leur axe.

La tension d'une corde est la force qui agit à une de ses extrémités, lorsque l'autre est fixe. Le point fixe peut être considéré comme une force égale et directement opposée à celle qui produit la tension; donc lorsqu'une corde est sollicitée par deux forces égales et opposées, la tension est égale à l'une quelconque de ces forces. Si la corde était sollicitée par deux forces inégales, une partie de la plus grande seroit employée à faire équilibre à la plus petite; l'autre partie feroit mouvoir la corde : la première partie produit seule la tension; ainsi, la tension est égale à la plus petite des deux forces.

Si trois cordes sollicitent un point à l'aide de trois cordons unis par un seul nœud, il n'y aura équilibre qu'autant que l'une d'elles sera égale et opposée à la résultante des deux autres; le problème de l'équilibre rentre donc dans la composition des forces, et on trouvera facilement les équations d'équilibre.

Lorsque toutes les forces ne sont pas réunies en un seul nœud, la corde à l'aide de laquelle elles se transmettent leur action, prend la figure d'un polygone, que l'on nomme polygone funiculaire. Voici comment on s'y prend pour trouver alors les conditions d'équilibre : on représente par différentes lettres les tensions de tous les cordons, et on exprime algébriquement les conditions d'équilibre pour chaque nœud; on a ainsi autant d'équations qu'il y a de nœuds, c'est-à-dire, une de moins qu'il n'y a de cordons : mais la tension de deux cordons extrêmes est connue; donc on a une équation de plus qu'il n'y a de tensions inconnues. Il suit de là qu'on peut déterminer la tension des différens cordons, et, qu'après l'élimination, il restera encore une équation de condition entre les données du problème; cette équation exprime que si on transporte en un point, et parallèlement à elles-mêmes, les forces qui sollicitent le polygone, il y aura équilibre à ce point. C'est là la condition d'équilibre cherché.

MACHINE PNEUMATIQUE ou MACHINE DE BOYLE. Machine destinée à raréfier considérablement l'air contenu dans un vase.

Le vide produit par l'abaissement d'une colonne de mercure, qui se met en équilibre avec la pression de l'atmosphère, a été la première *machine pneumatique* en usage. Les académiciens de Florence l'ont employée utilement dans un grand nombre d'expériences. Ils suppléoient ingénieusement au défaut de capacité d'un tube, par un renflement fait à la partie supérieure qui devoit demeurer vide; et cette espèce de récipient qui pouvoit s'ouvrir et se fermer par le haut, admettoit des corps d'un volume assez considérable. On en chassoit l'air, en le remplissant

de mercure, et en plongeant ensuite l'extrémité du tube, qui demeuroit ouverte, dans un bassin rempli du même fluide.

Cette espèce de machine pneumatique qui devoit son origine à la fameuse expérience par laquelle *Toricelli* démontra la pesanteur de l'air (*voyez* AIR), ne laissoit rien à désirer par rapport à la perfection du vide; mais elle avoit l'inconvénient de n'être point applicable à diverses expérieoces: c'est ce qui fit imaginer à *Otto de Guerike* de raréfier l'air dans un vaisseau par le moyen d'une pompe. La machine exécutée d'après cette idée, reçut le nom de *pompe pneumatique; Boyle* la perfectionna ensuite au point qu'on lui en attribuoit assez généralement l'invention.

Cette machine se construit de différentes manières; mais dans toutes, les principales parties sont, 1°. un cylindre creux et poli en dedans, que l'on nomme corps de pompe; 2°. un piston qu'on fait mouvoir dans le cylindre, et qui s'ajuste exactement avec sa surface intérieure; 3°. une platine converte d'un cuir mouillé sur lequel on pose le récipient ou la cloche de verre. On enfonce le piston au fond du cylindre, on le retire ensuite, et par ce moyen on fait le vide dans la cavité du cylindre. Cette cavité communiquant avec le récipient par un tuyau soudé au fond du cylindre, l'air s'étend dans le récipient, et entre en partie dans le cylindre; en sorte qu'il a la même densité dans le cylindre et dans le récipient. On ferme la communication entre le récipient et le cylindre; on fait sortir l'air du cylindre et on enfonce le piston au fond. Si on le retire de nouveau, ayant ouvert la communication entre le cylindre et le récipient, la densité de l'air est encore diminuée dans le récipient; et répétant le mouvement du piston, l'air se trouve enfin réduit à la moindre densité, sans cependant qu'on puisse l'en chasser entièrement.

Ce que nous venons de dire est commun à toutes les machines pneumatiques, qui diffèrent cependant sous plusieurs rapports. 1°. On emploie aujourd'hui avec avantage deux pistons et deux corps de pompe; le piston de l'un s'élève pendant que celui de l'autre descend; il se fait ainsi une évacuation d'air continuelle et non interrompue, qu'on ne peut se flatter d'obtenir à la faveur d'un seul piston; 2°. on peut intercepter de différentes manières la communication entre le récipient dont il faut pomper l'air, et le corps de pompe; 3°. on emploie différens moyens pour faire sortir l'air du corps de pompe quand on pousse le piston au fond; 4°. les pistons sont différens dans les différentes pompes; 5°. la situation du corps de pompe n'est pas toujours la même.

La machine pneumatique est d'un grand usage pour démontrer la pesanteur et l'élasticité de l'air. (*Voyez* l'article AIR.)

Il paroît d'abord qu'à chaque coup de piston, il doit toujours sortir une égale quantité d'air, et conséquemment qu'après un certain nombre de coups, le récipient doit être entièrement évacué. Cela n'est pas; je dis plus, quelque soit le nombre de coups de piston, l'évacuation parfaite du récipient est impossible. (*Voyez* l'article AIR, Ier. vol., pag. 36, qui renferme la preuve de cette vérité.)

MACHINE PNEUMATIQUE. Les

astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie australe du ciel, qui est située au voisinage du tropique du Capricorne, entre le Navire et le milieu du corps de l'Hydre femelle. C'est une des 14 nouvelles constellations formées par *Lacaille*, d'après les observations qu'il a faites au cap de Bonne-Espérance. Il a donné une figure très-exacte de cette constellation dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. 20. Elle est composée d'une machine pneumatique avec son récipient.

MAGDEBOURG (Hémisphères de). *Voy.* Hémisphères de Magdebourg.

MAGIQUE (Lanterne). *Voyez* Lanterne magique.

MAGIQUE (Tableau). *Voyez* Tableau magique.

MAGNÉSIE. (*Voy.* le mot Terres.)

MAGNÉTIQUE. On donne cette épithète à tout ce qui a rapport à l'aimant. Ainsi l'on dit : *barreau magnétique*, *vertu magnétique*, etc.

MAGNÉTIQUE (Attraction). *Voyez* Attraction magnétique.

MAGNÉTIQUES (Barres). *Voy.* Barres ou Barreaux magnétiques.

MAGNÉTIQUE (Fluide). *Voy.* Fluide magnétique.

MAGNÉTISME. On a donné ce nom à la propriété qu'a l'aimant, d'exercer une action attractive plus ou moins puissante sur tous les corps de la nature.

On croyoit, il n'y a pas long-temps, que le fer jouissoit du privilège exclusif d'être attirable à l'aimant. Cette propriété fut ensuite reconnue dans le nikel, le platine, le cobalt, et exclusivement attribuée à un reste de fer qui altéroit, disoit-on, leur homogénéité. On pensoit assez généralement qu'en ramenant ces substances à un très-grand degré de pureté, on parviendroit à faire évanouir entièrement la vertu attractive que faisoit naître en elles la présence d'un aimant.

Coulomb a publié, dans ces derniers temps, une suite d'expériences ingénieuses et délicates qui attestent l'influence de l'aimant sur tous les corps de la nature. Cette influence, quoique réelle, est différente dans différens corps; elle est même nécessairement très-foible dans la plupart, puisqu'elle a échappé jusqu'ici aux regards attentif d'un grand nombre d'observations. Il falloit, pour en reconnoître l'existence, donner aux corps qu'on vouloit soumettre à l'expérience, une mobilité qui leur permît de céder à la plus légère impression.

Coulomb y est parvenu en donnant à chacun des corps qu'il a essayés la forme d'un cylindre dont les dimensions sont extrêmement atténuées. Le petit cylindre a été suspendu à un fil de soie tel qu'il sort du cocon, et placé entre les pôles opposés, peu distans l'un de l'autre, de deux barreaux d'acier situés dans une même ligne droite. Tout étant ainsi disposé, l'expérience a fait voir que de quelque matière que le petit cylindre fut formé, il prenoit toujours exactement la direction des deux barreaux, et que si on le détournoit de cette direction, il y étoit toujours ramené après des oscillations, dont le nombre étoit souvent de plus de trente par minute. Ces expériences ont été faites successivement avec de petits cylindres d'or, d'argent, de cuivre, de plomb, d'étain, de verre, avec un morceau de craie, avec un fragment

d'os et différentes espèces de bois. *Coulomb* conclut de ces expériences, dont l'exactitude n'est pas équivoque, que tous les élémens qui entrent dans la composition de notre globe, sont soumis à l'influence magnétique, et conséquemment que la réunion de tous ces élémens, fait de la terre un grand et unique aimant.

Le même physicien s'est occupé ensuite, 1°. de savoir si, en supposant que l'influence de l'aimant sur tous les corps fut due à une petite quantité de fer que chacun d'eux renferme, l'on pourroit apprécier avec exactitude la quantité de fer nécessaire pour la produire; 2°. de déterminer dans tous les corps où des oscillations rapides entre les pôles des aimans assurent la présence du fer, quoique le fer y soit en si petite quantité qu'il échappe en grande partie à toutes les analyses chimiques, quelle est précisément la quantité de fer que les corps contiennent. *Coulomb* est parvenu au but qu'il se proposoit par une suite d'expériences dont on peut voir le détail dans le *Journal de Physique*, cahier de prairial an 10.

La propriété attractive de l'aimant étoit la seule qui fût connue des anciens. Le hasard seconda ensuite les efforts des savans dirigés vers ces sortes de recherches; et de nouvelles propriétés, telles que la répulsion, la direction, la communication, la déclinaison et l'inclinaison, ne tardèrent pas à se manifester aux regards attentifs des physiciens. *Voyez* l'article Aimant, qui renferme le tableau des phénomènes relatifs à ces diverses propriétés : il ne s'agit ici que de les lier entre eux à l'aide de la théorie.

Pour expliquer les phénomènes magnétiques, les physiciens ont recours à un fluide particulier, dont l'existence repose sur des preuves encore moins plausibles que celles qui déposent pour l'existence du fluide électrique; car le fluide magnétique n'affecte jamais nos sens, tandis que le fluide électrique manifeste souvent sa présence par des aigrettes lumineuses, par de brillantes étincelles.

Mais quelle que soit la manière dont ces fluides manifestent leur existence, ils paroissent suivre une marche semblable dans leurs actions respectives, et *Coulomb* a saisi avec adresse cette espèce de correspondance pour lier la théorie du magnétisme à celle de l'électricité.

Ce physicien regarde le fluide magnétique comme composé de deux fluides particuliers combinés entre eux dans les corps qui ne donnent aucun signe de magnétisme, et dégagés lorsqu'ils passent à l'état d'aimant. Pour distinguer ces deux fluides, il emprunte leurs noms de ceux des pôles de l'aimant, en donnant à l'un le nom de *fluide boréal*, et à l'autre celui de *fluide austral*.

Premier principe. Les molécules de chaque fluide se repoussent entre elles.

Second principe. Les molécules de chaque fluide attirent celles de l'autre fluide.

Il en est du magnétisme comme il en seroit de l'électricité s'il n'existoit que de mauvais conducteurs d'électricité. La quantité de fluide magnétique qui est propre à chaque aimant ne peut être augmentée ni diminuée, et le passage des corps à l'état de magnétisme a uniquement pour cause

le dégagement des deux fluides qui composent leur fluide naturel et le transport des fluides vers leurs parties opposées.

Plus le fer est dur, plus les deux fluides dont se compose le fluide naturel éprouvent de difficulté au moment de leur dégagement pour se mouvoir dans ses pores, et cette difficulté surpasse de beaucoup la résistance que les plus mauvais conducteurs d'électricité opposent au mouvement interne des fluides dégagés de leur fluide naturel. *Coulomb* compare cette résistance au frottement, et la nomme *force coërcitive*. (*Voyez* FORCE COERCITIVE.)

Les différentes actions qu'exercent les fluides qui entrent dans la composition du fluide magnétique suivent la raison inverse du carré de la distance. Des expériences ingénieuses et exactes ne permettent pas de révoquer en doute l'existence de cette loi. (*Voyez* ATTRACTION MAGNÉTIQUE.)

C'est de la combinaison de ces différens principes que résulte l'explication des phénomènes magnétiques. Ils dépendent du jeu simultané de quatre forces, savoir, deux attractions et deux répulsions, lesquelles sont toutes égales dans l'état naturel des corps par des raisons semblables à celles qui nous ont servi à démontrer l'égalité des quatre forces dont les actions réciproques donnent naissance aux phénomènes électriques. (*Voyez* le mot ELECTRICITÉ, chapitre qui traite de la théorie de l'électricité.)

Cela posé, 1°. deux aimans doivent s'attirer quand le pôle boréal de l'un est situé vis-à-vis le pôle austral de l'autre; car exprimant par 1 la distance qui sépare ces deux pôles, il est visible que celle qui se trouve entre chacun d'eux et le pôle semblable dans l'autre aimant est nécessairement plus grande que l'unité : donc puisque les actions magnétiques sont en raison inverse des carrés des distances, la somme des attractions égale l'unité plus une fraction, tandis que la somme des répulsions est égale à la somme de deux fractions. La première somme l'emporte donc sur la seconde, et conséquemment deux aimans doivent s'attirer quand le pôle boréal de l'un est situé vis-à-vis le pôle austral de l'autre.

Deux aimans qui se regardent par les pôles de même nom doivent se repousser; car alors la somme des répulsions l'emporte visiblement sur la somme des attractions.

Si l'on présente un barreau de fer non aimanté au pôle boréal d'un aimant, son fluide boréal décompose le fluide naturel du barreau, en attirant de son côté le fluide austral, et en repoussant le fluide boréal du côté opposé; en sorte que le barreau reçoit la vertu magnétique : mais à son tour le barreau aimanté agit sur l'aimant, et décompose une portion de son fluide naturel, dont une portion est attirée vers le pôle voisin du barreau, et l'autre repoussée vers le pôle opposé. Le même effet a lieu, à plus forte raison, lorsqu'on fait naître la vertu magnétique dans un barreau par le contact immédiat d'un autre barreau déjà aimanté, et il en résulte qu'un aimant peut devenir plus fort lors même qu'il paraît avoir cédé une

partie du fluide qui constitue sa force.

Réaumur a observé le premier ce phénomène. Un aimant qui soutenoit à peine un morceau de fer d'un poids déterminé, le soulevoit avec plus de facilité lorsque le fer étoit placé sur une enclume. Cela vient, d'après la théorie que nous avons adoptée, de ce que le fer ne peut être en contact avec l'aimant sans recevoir la vertu magnétique ; dès-lors il agit de son côté sur l'enclume, pour l'aimanter aussi, et l'enclume réagissant sur lui décompose une nouvelle portion de son fluide naturel, augmente ainsi la quantité de fluide libre dans chacun de ses pôles, et le rend ainsi plus attirable qu'il ne seroit sans son secours.

Parmi le grand nombre de phénomènes qui deposent en faveur de la théorie de *Coulomb*, le phénomène suivant semble s'exprimer d'une manière décisive.

Première expérience.

Prenez deux barreaux aimantés qui aient à peu près la même force, et qui soient capables d'enlever un morceau de fer ; disposez un des barreaux sur une table, de manière qu'il la dépasse assez pour que le morceau de fer y reste suspendu. Posez alors l'autre barreau sur celui qui soutient le morceau de fer, en faisant correspondre du même côté les pôles de différens noms. Le morceau de fer tombe aussitôt, parce que l'action que le pôle en contact avec lui exerce pour attirer son fluide hétérogène est presque détruite par la force répulsive du second barreau.

Les deux moitiés d'un barreau d'acier aimanté convenablement sont animées de forces égales et contraires ; en sorte que tous les points de la surface d'une même moitié attirent constamment l'un des pôles d'une aiguille, tandis que tous ceux de l'autre moitié le repousseut. Si l'on en détache vers l'une de ses extrémités une portion qui ait si peu de longueur qu'on voudra, elle jouit des mêmes propriétés que la tige entière.

Ce phénomène, que donne l'observation ; a été jusqu'ici l'écueil de toutes les théories. Il étoit réservé à *Coulomb* d'en donner une explication satisfaisante d'après une idée très-plausible, qui consiste en ce que chaque molécule intégrante du barreau est elle-même un petit aimant qui a ses deux pôles égaux en force, et que tous ces petits aimans sont rangés à la file, de manière que le pôle boréal de l'un se trouve en contact avec le pôle austral de l'autre.

Dans l'une des moitiés que nous supposons être celle qui regarde le sud, lorsque le barreau est libre, le pôle boréal de chaque molécule est plus fort que le pôle austral de la molécule précédente ; en sorte que la force du pôle boréal peut être regardée comme résultant de deux forces, dont l'une est détruite par la force australe voisine, tandis que l'autre qui dépasse le point de l'équilibre, est seule effective ; mais cette différence décroît jusqu'au milieu du barreau, où elle devient nulle ; et la même chose arrive dans la moitié du barreau qui se tourne vers le nord.

Pour rendre plus sensible cette ingénieuse explication, nous représentons par le tableau suivant la série des pôles, de manière que la lettre *a* désigne le pôle austral, et la lettre *b* le pôle boréal de chaque molécule, et

nous exprimons les forces des différens pôles par les nombres placés au-dessus des lettres correspondantes.

12—12, 20—20, 24—24, 25—25.	25—25, 24—24, 20—20, 12—12.
a—b, *a—b*, *a—b*, *a—b*.	*a—b*, *a—b*, *a—b*, *a—b*.

La moitié de la série qui est à droite, représente celle du barreau, dans laquelle réside ce que nous nommons *le pôle boréal*. Les forces absolues des pôles de la première molécule sont égales chacune à 12, celles des pôles de la seconde à 20, celles des pôles de la troisième à 24, etc. La force boréale de la première molécule ne souffre aucune altération; elle subsiste tout entière. Il n'en est pas ainsi de sa force australe; elle est détruite par la force boréale de la seconde molécule, qui égale 20 : d'où il résulte qu'il ne reste que 8 de force boréale pour le point de contact entre les deux molécules. De même la force australe de la seconde molécule représentée par 20, est détruite par la force boréale de la troisième, qui égale 24, et il ne reste évidemment que 4 de force boréale pour le point de contact entre la troisième et la seconde molécule; et en continuant le même raisonnement par rapport aux autres molécules, l'état du barreau se réduit à celui qui est représenté par le tableau suivant, dans lequel toutes les forces de la moitié à droite sont boréales, et celles de la moitié à gauche sont toutes australes.

12, 8, 4, 0	0, 4, 8, 12.
a, *a*, *a*, *a*	*b*, *b*, *b*, *b*.

Il est évident, 1°. que l'aimant agit ici comme ayant ses deux moitiés animées de forces égales et opposées; 2°. que si l'on détache une portion de l'aimant vers ses extrémités, pour si petite qu'on suppose sa longueur, elle aura un pôle boréal à une extrémité, un pôle austral à l'extrémité opposée, et les forces de ces deux pôles, qui étoient inégales au moment de la séparation, le deviennent ensuite par la nouvelle distribution qui se fait du fluide dans l'intérieur du petit aimant; d'où résulte la même conformité que dans l'aimant entier, entre les densités des points semblablement situés des deux côtés.

Nous avons vu, article ELECTRICITÉ, que les tourmalines présentent un phénomène semblable qui n'excite plus de surprise, si, comme nous l'avons fait pour les aimans, nous concevons que les tourmalines sont composées d'autant de petits corps électriques qu'elles renferment de molécules intégrantes. Chacune d'elles doit subir la double action de l'électricité, pour mettre ses deux moitiés dans deux états différens, de manière que la distinction de ces mêmes états, relativement au corps entier, n'est qu'une suite de ce qui a lieu pour chaque molécule.

Tachons maintenant d'apprécier l'influence des armures pour conserver ou même pour augmenter la force magnétique des aimans. Pour y réussir, analysons l'effet de l'armure qui répond au pôle boréal de l'aimant. La force de ce pôle agit pour décomposer le fluide naturel de l'armure; elle attire le fluide austral dans les parties de l'armure les plus voisines de l'aimant, c'est-à-dire, dans la jambe, et repousse le fluide boréal dans les parties les plus éloignées, c'est-à-dire, dans le pied : d'où il résulte que le pied de l'armure acquiert l'espèce de magnétisme qui

existe dans la partie correspondante de l'armure, c'est-à-dire, le magnétisme boréal; et il est évident que les effets contraires ont lieu relativement à l'autre armure.

Le fluide austral accumulé dans la jambe, agit à son tour pour décomposer une nouvelle portion du fluide naturel de l'aimant, et la force attractive qu'il exerce sur son fluide boréal n'est que foiblement balancée par la répulsion du pied de l'armure, dont la distance est plus grande. Ce conflit de forces tourne donc à l'avantage de l'aimant, qui acquiert ainsi plus d'activité et d'énergie.

Si la jambe de l'armure est trop mince, elle contient peu de fluide naturel, et le pôle adjacent de l'aimant ne refoule qu'une petite quantité de fluide de même espèce vers le pied. Si la jambe est trop épaisse, le pôle adjacent ne repousse vers le pied qu'une portion de fluide de même espèce; l'autre reste dans la jambe, et son séjour altère l'action effective de l'aimant.

Il nous reste à expliquer trois phénomènes importans, qui sont la direction, la déclinaison et l'inclinaison. Plusieurs physiciens ont cru trouver la cause de la direction dans l'action des mines d'aimant qu'ils supposent être très-abondantes vers les pôles, celle de la déclinaison et de l'inclinaison dans la disposition irrégulière des masses qui entrent dans la composition de ces mines; ils assignent enfin pour cause des variations qu'éprouvent l'inclinaison et la déclinaison, suivant les temps et les lieux, les changemens successifs que subissent ces mines par le concours de différentes actions qui les altèrent ou les détruisent, tandis qu'ailleurs il s'en forme de nouvelles.

Sans refuser aux mines d'aimant une influence sur la direction des aiguilles, nous ne regarderons leur action que comme une force secondaire, et nous supposerons que la force principale provient du globe terrestre que nous regardons avec *Coulomb* comme un grand aimant.

Lahire possédoit un aimant naturel pesant près de 50 kilogrammes (100 liv.), qu'il tailla en forme de sphère; il détermina les pôles qui se trouvèrent dans deux points diamétralement opposés; il traça un équateur, qui fut divisé de 30 degrés en 30 degrés, et fit passer par les points de division un certain nombre de méridiens. Il plaça ensuite successivement, sur différens points de cet aimant, une aiguille aimantée, et il observa que dans quelques-uns de ces points, elle se dirigeoit exactement d'un pôle à l'autre, et que dans d'autres points elle déclinoit à droite ou à gauche, de manière que la plus grande déclinaison observée étoit de 26 degrés.

Supposons que cette aiguille est suspendue librement à un fil délié entre l'équateur et le pôle boréal de l'aimant de *Lahire*, et suivons le jeu des différentes forces qui l'animent. La force du pôle boréal de l'aimant tend à attirer le centre d'action du pôle austral de l'aiguille, et à repousser celui du pôle boréal. La force du pôle austral de l'aimant agit au contraire par répulsion sur le centre d'action du pôle austral de l'aiguille, et par attraction sur celui du pôle boréal. Ces quatre forces peuvent être réduites à deux, qui agissent sur l'aiguille en sens contraire, et dont le rapport variable dépendra des distances entre les centres d'action de l'aiguille et les pôles de l'aimant.

Une aiguille placée sur le globe ter-

reste, est soumise à des forces qui éprouvent la même combinaison. Le pôle austral de cette aiguille est sollicité vers le nord, et le pôle boréal vers le sud; mais ici les deux actions sont sensiblement égales, quel que soit le point de la terre où l'aiguille soit située. Nous avons pour garant de cette égalité une expérience de *Bouguer*, qui atteste qu'un fil ayant une direction verticale, conserve toujours son aplomb, soit qu'on suspende à son extrémité, par le milieu, une aiguille non-aimantée, ou la même aiguille aimantée. D'ailleurs, si ces deux actions n'étoient pas égales, l'excès de la plus grande pourroit être considéré comme une force particulière, dont la direction, faisant un angle avec celle de la pesanteur, altéreroit l'action de cette dernière force, et conséquemment le poids d'une aiguille aimantée ne seroit pas le même qu'avant l'opération qui lui donne le magnétisme, ce qui est contraire à l'expérience.

Mais cette égalité d'actions opposées qui sollicitent une aiguille placée sur le globe terrestre, n'a rien qui puisse exciter de la surprise, pour peu qu'on fasse attention que la terre est un grand aimant qui agit sur l'aiguille aimantée à de très-grandes distances. Les deux centres d'actions de l'aiguille sont donc infiniment près l'un de l'autre, relativement aux centres d'action de la terre, et conséquemment la répulsion que le pôle boréal de la terre exerce sur le centre boréal de l'aiguille, est sensiblement en équilibre avec l'attraction du même pôle sur le centre austral de l'aiguille. Le même équilibre a lieu à l'égard des actions du pôle austral de la terre sur les deux centres de l'aiguille; d'où il résulte que l'aiguille est sollicitée par quatre forces, qui, étant prises deux à deux, sont égales et contraires, et conséquemment qu'elle est également attirée vers le nord et vers le sud.

Supposons à présent que dans l'aimant de *Lahire*, l'aiguille située entre l'équateur et le pôle nord de l'aimant, soit écartée de son méridien magnétique en vertu d'une légère impulsion donnée à son pôle austral vers l'est, impulsion qui détermine un mouvement du pôle boréal vers l'ouest. Dans cette supposition, le pôle boréal de l'aimant attire le pôle austral de l'aiguille pour le ramener vers l'ouest, et repousse, au contraire vers l'est, le pôle boréal de l'aiguille; et il est clair que ces deux actions concourent pour déterminer le retour de l'aiguille à son méridien magnétique. En faisant le même raisonnement sur l'action du pôle austral de l'aimant, il est aisé de voir qu'elle est pareillement composée de deux actions qui tendent au même but; mais ces différentes forces sont obliques : il faut donc, pour apprécier les effets qu'elles font naître, décomposer chacune d'elles en deux, dont celle qui est perpendiculaire à l'aiguille contribue seule au résultat; et il est évident qu'aux différentes perpendiculaires données par ces décompositions, on peut substituer une seule force qui soit de même perpendiculaire à l'aiguille, et qui dans le cas présent, où cette aiguille est supposée plus voisine du pôle nord de l'aimant, pourra être conçue comme appliquée à un point situé entre le milieu de l'aiguille et l'extrémité qui regarde le nord. *Coulomb* a trouvé par l'observation, que relativement aux aiguilles sollicitées par l'action du globe terrestre, cette force qu'on appelle *force directrice* de l'aiguille, étoit proportionnelle au

sinus de l'angle que fait la direction de l'aiguille dérangée de son méridien, avec celle de ce méridien lui-même.

Mais le globe terrestre n'agit pas exclusivement sur les pôles de l'aiguille, il exerce encore une action sur ses différens points; et ces forces ont aussi une résultante dans une direction parallèle au méridien magnétique, et conséquemment oblique à l'aiguille que nous supposons toujours écartée de ce méridien; et il est visible que cette résultante doit passer par un point situé dans la moitié de l'aiguille, qui répond au pôle nord du globe terrestre si on fait l'expérience dans les régions boréales, ou au pôle sud, dans la supposition contraire; on a trouvé que la force représentée par cette résultante étoit constante, quel que fût le nombre de degrés dont l'aiguille eût été écartée de son méridien, et que de plus elle passoit toujours par le même point de l'aiguille. La théorie établit une liaison entre ces nouveaux faits et celui que donnent les forces directrices proportionnelles aux quantités dont l'aiguille a été écartée de son méridien, en sorte qu'en partant de ce dernier fait comme d'un principe d'observation, et en supposant que la force passe toujours par un même point de l'aiguille, on en conclut, à l'aide du calcul, qu'elle doit être constante.

Coulomb a pris ces différens résultats pour bases de sa théorie, et s'en est servi avec succès pour représenter par des formules analytiques, les principales lois du magnétisme, que l'expérience avoit déjà déterminées.

Si nous plaçons une aiguille non aimantée dans la sphère d'activité d'un de ces aimans qui sont à notre portée, l'aiguille ne tarde pas à recevoir la vertu magnétique. Ne soyons donc point surpris que l'action du globe terrestre, qui s'étend à des distances immenses, transmette un certain degré de vertu magnétique aux verges de fer et autres corps semblables, dont la force coërcitive n'est pas assez grande pour résister à cette action. Le magnétisme que reçoivent ainsi des verges de fer n'est sans doute pas considérable; mais on peut, à la faveur du frottement, l'accroître au point d'exciter, dans des barreaux d'acier, une très-grande force magnétique, sans avoir recours à la présence d'un aimant.

Pour donner à une verge de fer un commencement de magnétisme, la position la plus avantageuse est celle qui coincide avec la direction d'une aiguille aimantée, supendue librement; car alors la résultante de toutes les forces exercées par le globe terrestre est dirigée suivant la longueur de la verge. La position la plus défavorable a lieu, lorsque la verge étant située dans un plan parallèle à la surface supérieure ou inférieure de l'aiguille, sa longueur est perpendiculaire à la direction naturelle de cette même aiguille, parce qu'alors la résultante des forces du globe terrestre est dans le sens de l'épaisseur de la verge. Entre ces deux positions, il en existe un grand nombre d'autres où la verge recevra plus ou moins de vertu magnétique, suivant que chaque position se rapprochera plus ou moins de celle qui donne le *maximum* de magnétisme.

L'expérience confirme l'exactitude de ces résultats.

Seconde expérience.

Prenez une barre de fer doux, que vous tenez un instant dans une posi-

tion inclinée de quelques degrés à l'horizon; présentez, sans changer de position, l'extrémité inférieure du barreau au pôle austral d'une aiguille aimantée, elle le repousse.

Troisième expérience.

Faites descendre le barreau, en le maintenant dans la même direction, jusqu'à ce que son extrémité supérieure se trouve vis-à-vis du même pôle de l'aiguille; il y a attraction.

Quatrième expérience.

Renversez la position du barreau, les pôles eux-mêmes se trouvent renversés aussitôt, et l extrémité qui repoussoit le pôle austral de l'aiguille l'attire, tandis que celle qui l'attiroit le repousse.

Le fer doux n'oppose qu'une foible résistance au mouvement interne des deux fluides qui résultent de la décomposition du fluide naturel; c'est pourquoi le magnétisme qu'il reçoit, n'est qu'un effet passager que le simple renversement de la verge fait évanouir, pour faire place à l'effet contraire.

Cinquième expérience.

Tenez le barreau dans le plan auquel répond la surface supérieure ou inférieure de l'aiguille, de manière que la longueur de ce plan soit perpendiculaire au méridien magnétique, l'action du globe terrestre sur le barreau est presqu'insensible; mais l'aiguille aimantée qu'on lui présente, décompose une petite portion de son fluide naturel: de là vient qu'il attire indistinctement cette aiguille par ses deux extrémités.

On produit des effets semblables avec un corps quelconque, fait de fer mou et d'une forme allongée; mais si ce corps a peu de masse, il faut se servir d'une aiguille foiblement aimantée, et dont l'action immédiate sur ce corps ne puisse altérer l'effet du magnetisme naturel.

MALLÉABILITÉ. Propriété qu'ont certains métaux, tels que l'or, l'argent, le cuivre, le fer, l'étain, et le plomb, de s'étendre sans se déchirer, sous le marteau. La malléabilité ne leur appartient pourtant pas au même degré. L'or et l'argent sont beaucoup plus malléables que les autres, c'est-à-dire, qu'ils peuvent se réduire en feuilles beaucoup plus minces. (*Voy.* l'article MÉTAUX).

MANGANESE. (*Voy.* MÉTAUX.)

MANIVELLE. On a donné ce nom à un bras de levier à manche, destiné à mettre une machine en mouvement.

On donne aux manivelles différentes formes: les unes sont droites, d'autres sont courbées de différentes manières. Quelque forme qu'on leur donne, elles se réduisent toujours à un bras de levier droit, dont la longueur est déterminée par la distance qui sépare le point autour duquel elles tournent, de celui par lequel on les fait agir.

Une puissance qui agit à la faveur d'une manivelle, ne produit jamais plus d'effet que lorsque sa direction est perpendiculaire à la longueur de la manivelle. Il n'y a donc que certains points, dans la révolution, dans lesquels cette puissance jouit de toute son énergie: de là vient qu'un homme qui agit par une manivelle, n'est en pleine force que dans certains points de la révolution; dans tous les autres

son effort s'affoiblit plus ou moins, suivant que sa direction s'éloigne plus ou moins de l'angle droit.

MANOMÉTRE ou MANOSCOPE. Instrument qui sert à apprécier les variations qu'éprouve la densité de l'air.

Cet instrument consiste dans une balance très-exacte, à la faveur de laquelle un très-petit poids fait équilibre à une boule légère qui a un volume très-considérable. On juge de la densité de l'air par le poids que la boule perd par son immersion dans le fluide.

MANOSCOPE. (*Voyez* Manomètre).

MARÉE. On a donné ce nom aux deux mouvemens périodiques des eaux de la mer, qui font qu'elles s'élèvent et s'abbaissent alternativement deux fois par jour, en coulant de l'équateur vers les pôles, ce qu'on nomme le *flux;* et refluant des pôles vers l'équateur, ce qu'on appelle le *reflux*. Ces deux mouvemens, pris ensemble portent aussi le nom de *flux et reflux de la mer*.

Nous avons tracé, au mot *flux et reflux*, le tableau des principaux phénomènes des marées, et nous avons tâché d'en déterminer la cause. (*Voy.* Flux et Reflux).

Nous nous bornerons ici à quelques détails.

La Méditerranée et la mer Caspienne ne présentent jamais le spectacle des marées.

Ce phénomène ne peut exciter de la surprise, pour peu qu'on réfléchisse sur la cause qui donne naissance aux marées. Elles dépendent de l'action combinée du soleil et de la lune sur les eaux de la mer : (*Voyez* Flux et Reflux.) Il faut donc que ces eaux puissent se trouver en même temps en sysygies et en quadratures avec ces astres. Cela arrive dans l'Océan, dont l'étendue est très-considérable; mais la mer Caspienne, qui n'est qu'un grand lac, et la Méditerranée, dont la communication avec l'Océan, est presqu'entièrement coupée au détroit de Gibraltar, ne sauroient partager cet avantage.

Les alternatives du flux et reflux, de six heures en six heures, font que les côtes sont sans cesse battues par les vagues, qui en enlèvent de petites parties, les emportent, et les déposent au fond. De même, les vagues portent sur les côtes, différentes productions, telles que des coquilles, des sables, qui, s'accumulant peu-à-peu, produisent des éminences.

Dans la principale des îles Orcades, où les rochers s'élèvent à 200 pieds au-dessus de la mer, la marée atteint quelquefois cette hauteur, lorsque le vent est fort. Dans ces violentes agitations, la mer rejette assez souvent sur les côtes, des matières qu'elle apporte de fort loin, et qu'on ne trouve jamais qu'après les grandes tempêtes.

La mer doit aussi porter sur les côtes de l'Amérique les productions de nos côtes; et ce ne peut être que par des mouvemens fort irréguliers, auxquels des vents impétueux donnent naissance, qu'elle transporte sur nos côtes les productions des Indes et de l'Amérique. On a vu souvent dans les hautes mers, à une très-grande distance des côtes, des plages entières couvertes de pierres ponces, qui venoient probablement des volcans des îles et de la terre ferme, et qui paroissoient avoir été emportées au milieu de la mer par des courans. Ce

fut un indice de cette nature qui fit soupçonner la communication de la mer des Indes avec notre Océan, avant qu'on l'eût découverte.

MARMITE DE PAPIN. Vase métallique très-épais, et exactement fermé par un couvercle de métal retenu par une forte vis.

Cette marmite, dont on doit l'invention à Papin, est ordinairement faite de cuivre jaune coulé, de 5 ou 6 lignes (14 millimètres) d'épaisseur, avec un cordon d'environ 3 lignes (7 millimètres) de saillie: au-dessus de ce cordon est une partie évasée de 54 millimètres (2 pouces) de hauteur, mais qui étant plus mince que le reste laisse au bord de la marmite presque toute son épaisseur à découvert. Ce bord, qui est bien dressé, reçoit un couvercle qui entre en partie dans la marmite, et dont le cercle excédant, dressé de même sur le tour, s'applique sur le bord, et y est retenu par une forte vis. Cette vis est terminée par une pointe mousse; et sa tête, qui est ronde et percée diamétralement, est traversée d'un levier de fer, avec lequel on la fait tourner, et on la serre fortement. Son écrou est dans une pièce de fer forgé, aux deux extrémités de laquelle sont rivés deux tirans qui embrassent un cercle plat, auquel ils sont attachés par deux tourillons, sur lesquels ils tournent librement. On fait passer la marmite dans le cercle, et l'on peut alors presser tant qu'on veut, avec la vis, le couvercle quand il est en place.

Pour chauffer la marmite, on la met dans un fourneau de tôle, percé de plusieurs trous, et garni d'une grille.

Pour prévenir le danger de la rupture de la marmite, on pratique au couvercle un tuyau fermé par une soupape chargée d'un poids tel que la vapeur dilatée puisse le soulever avant d'avoir acquis assez de force pour faire crever la marmite.

Lorsqu'on retire la marmite du fourneau, il faut attendre qu'elle ait perdu la plus grande partie de sa chaleur, ou la lui faire perdre en la plongeant dans l'eau froide avant de desserrer la vis. Sans cette précaution, la vapeur dilatée dans le vase ne manqueroit pas de faire sauter le couvercle avec violence, au grand danger des spectateurs.

Si l'on veut faire amollir des os, des bois durs, de l'ivoire, etc. à l'aide de cette marmite, il faut les y mettre, et la remplir aux trois quarts d'eau. Lorsqu'on l'aura chauffée au point qu'une goutte d'eau qu'on jetera dessus sera évaporée en quelques secondes, l'opération sera faite. Si l'on vouloit faire du bouillon avec ces os, il ne faudroit pas la faire chauffer autant, sans quoi le bouillon prendroit un goût insupportable.

MARS. C'est le nom de la planète supérieure la plus voisine de la terre.

Mars se meut d'occident en orient dans un orbe elliptique dont le soleil occupe un des foyers, et la durée de sa révolution sydérale ou périodique est de 686 jours 22 heures 18 minutes 16 secondes.

Outre son mouvement de translation, Mars est animé d'un mouvement de rotation qui s'effectue dans l'intervalle d'environ 24 heures 40 minutes. On observe sur la surface de cette planète des taches animées d'un mouvement très-sensible, qui ne

permettent pas de révoquer en doute l'existence de son mouvement de rotation.

L'orbite de Mars embrasse celle de la terre : de là vient qu'il paroît tantôt en conjonction, tantôt en opposition avec le soleil. Dans la conjonction son mouvement est direct ; il est rétrograde dans l'opposition. (*Voyez* Direction et Rétrogradation des Planètes.)

Mars ne se meut point exactement dans le plan de l'écliptique. L'inclinaison de son orbite est d'environ 1 degré 51 minutes 5 secondes.

Le diamètre apparent de Mars vu à une distance égale à la moyenne distance du soleil à la terre est de 11 secondes 24 tierces, et il est à celui du soleil à très-peu près comme 1 à 168. Son diamètre réel est à celui de la terre à peu près comme 2 à 3.

Le disque de Mars paroît changer de forme, et devenir sensiblement ovale, suivant sa position relativement au soleil. Ces phases attestent l'opacité de la planète.

MASCARET. Reflux violent de la mer dans la rivière de Dordogne, où elle remonte avec beaucoup d'impétuosité. C'est la même chose que ce qu'on appelle la *barre* sur la rivière de Seine, et en général le nom que l'on donne à la première pointe du flot qui, au voisinage de l'embouchure des rivières, fait remonter le courant et le repousse vers la source.

MASSE. La masse d'un corps est la quantité de matière qu'il contient, sans avoir égard à son volume.

La pesanteur appartient également à toutes les molécules de matière dont les corps se composent. (*Voyez* Attraction et Pesanteur.) La masse d'un corps est donc proportionnelle à son poids ; et comme les poids se composent des volumes combinés avec les densités, il s'ensuit que pour avoir la masse d'un corps il suffit de multiplier son volume par sa densité.

MASSE DES PLANÈTES. Les forces qui sollicitent deux corps mus circulairement sont en raison composée des masses des distances du centre et de l'inverse des carrés des temps périodiques. (*Voyez* Forces centrales :) d'où il résulte que la pesanteur d'un des satellites vers sa planète est à la pesanteur de la terre vers le soleil comme la distance moyenne du satellite au centre de sa planète, divisée par le carré de son temps périodique, est à la moyenne distance de la terre au soleil, divisée par le carré de son temps périodique, ou exprimant par P p ces pesanteurs, par R r ces distances, par T t les temps périodiques, nous avons $P : p :: \frac{R}{T^2} : \frac{r}{t^2}$. Mais désignant par M la masse du soleil, par m la masse de la planète autour de laquelle le satellite circule, on a $P : p :: \frac{M}{R^2} : \frac{m}{r^2}$. (*Voyez* Attraction :) donc $\frac{R}{T^2} : \frac{r}{t^2} :: \frac{M}{R^2} : \frac{m}{r^2}$: donc $\frac{R^3}{T^2} : \frac{r^3}{t^2} :: M : m$.

En appliquant ce résultat aux planètes qui ont des satellites, il est aisé de trouver la valeur de leurs masses ; car on connoît les rayons des orbes des satellites, ainsi que la durée de leurs révolutions sydérales ou leurs

temps périodiques. Prenant les cubes des rayons de ces orbes, et les divisant successivement par les carrés des temps périodiques, les quotiens donnent les valeurs des masses des corps autour desquels les satellites circulent.

Quant aux planètes qui n'ont pas des satellites, *Laplace* a conclu les valeurs suivantes des masses de Vénus et de Mars, de la diminution séculaire de l'obliquité de l'écliptique supposée de 154″, 3, et de l'accélération du moyen mouvement de la lune, en la fixant à 34″, 36 pour le premier siècle, à partir de 1700. La masse de Mercure a été déterminée par son volume, et en supposant les densités de cette planète et de la terre réciproques à leurs moyennes distances au soleil. (*Voyez* l'*Exposition du Système du Monde par Laplace, deuxième édition, pag.* 193.

Masses des planètes, celle du soleil étant prise pour unité.

Mercure.	$\frac{1}{2025810}$
Vénus.	$\frac{1}{383137}$
La Terre.	$\frac{1}{329630}$
Mars.	$\frac{1}{1846082}$
Jupiter.	$\frac{1}{1067,09}$
Saturne.	$\frac{1}{3359,40}$
Uranus.	$\frac{1}{19504}$

MATIÈRE. Ce mot est consacré à désigner une substance impénétrable, pesante, et jouissant des trois dimensions qui caractérisent l'étendue.

La matière se montre toujours accompagnée de ces propriétés. Elle est d'ailleurs susceptible de toutes sortes de figures; elle est par elle-même indifférente au mouvement ou au repos; elle peut se mouvoir suivant une direction quelconque, et avec tous les degrés de vitesse qu'on peut lui communiquer. Sa quantité se mesure par le volume combiné avec la densité, ou plus simplement, par le poids auquel elle est toujours proportionnelle. (*Voyez* MASSE).

Les anciens se sont toujours étudiés à connoître l'essence de la matière, c'est-à-dire, à déterminer le sujet d'où découlent ses diverses propriétés, comme s'il étoit en notre pouvoir d'arracher le voile qui couvre la nature de tous les êtres. Convaincus de l'inutilité de ces sortes de recherches, les physiciens modernes s'occupent exclusivement de mesurer les dimensions qui accompagnent la matière, d'étudier ses diverses propriétés, et de déterminer les lois auxquelles sont soumises les différentes forces qui l'animent.

MATIÈRE ÉLECTRIQUE. C'est un fluide très-subtil, dont l'existence n'est point rigoureusement prouvée, mais que les physiciens admettent comme hypothétique, pour expliquer les phénomènes électriques. (*Voyez* FLUIDE ÉLECTRIQUE).

MATIÈRE MAGNÉTIQUE. On a donné ce nom à un fluide très-délié, dont l'existence hypothétique est généralement admise, pour l'explication des phénomènes magnétiques.

MATIÈRE SUBTILE. C'est le nom que *Descartes* a donné à un

fluide imaginaire, composé de molécules d'une extrême ténuité, et parfaitement dures, qui est répandu dans tout l'espace, et dont l'action a une singulière influence sur le méchanisme de l'univers. Les successeurs de *Descartes* ne pouvant concilier l'extrême dureté des molécules de ce fluide avec les phénomènes de la propagation de la lumière, leur ont enlevé cette propriété, pour leur attribuer une élasticité presque parfaite. (*Voy.* Propagation du Fluide lumineux).

MATRAS. C'est un vaisseau de verre, terminé par un cou long et étroit, qu'on emploie comme récipient dans les distillations, et autres opérations chimiques et physiques.

MATRAS DE BOLOGNE. Petite bouteille de verre, en forme de poire creuse, dont le fond est fort épais, et qui se brise en éclats, lorsqu'on y laisse tomber un petit gravier anguleux, ou un fragment de pierre à fusil, tandis que la chute d'une balle de plomb ne peut déterminer sa cassure.

La rupture du matras de Bologne est assez analogue à celle de la larme batavique. Comme elle, il a été refroidi en divers temps, et sa surface extérieure l'a été la première. Si donc un corps anguleux vient à l'entamer, cet accident donne lieu à ces parties mal jointes, et qui sont dans un état de contraction, de se briser en se débandant. (*Voyez* Larme batavique).

MÉCANIQUE. Cette science se compose de la *statique*, qui a pour objet l'équilibre, et de la *dinamique*, qui a pour objet le mouvement. (*Voy.* Équilibre et Mouvment).

MEMBRANES. On a donné ce nom à certaines enveloppes de différentes parties d'un corps, et qui sont assez ordinairement formées par des fibres.

MEMBRANES DE L'ŒIL. (*Voyez* Œil).

MÉNISQUE. Verre convexe d'un côté, et concave de l'autre.

Si le diamètre de la convexité d'un ménisque est égal à celui de la concavité, les rayons qui tomberoient parallèlement à l'axe, redeviendroient parallèles après les deux réfractions qu'ils auroient souffertes aux deux surfaces du verre; car, dans ce cas, en supposant l'objet à une distance infinie, afin que les rayons tombent parallèles sur le verre, ces rayons ne se réuniroient qu'à une distance infinie du verre. Un tel ménisque ne seroit donc propre ni à rassembler en un point les rayons lumineux, ni à les disperser; et conséquemment il ne peut être d'aucune utilité.

On peut, à l'aide de la règle soivante, déterminer le foyer d'un ménisque, c'est-à-dire, le point de concours des rayons qui arrivent parallèles au verre. *La différence des rayons de la convexité et de la concavité du ménisque, est au rayon de la concavité, comme le diamètre de la concavité est à la distance du foyer au ménisque.*

D'après cette règle, si le rayon de la concavité est triple du rayon de la convexité, la distance du foyer au ménisque est égale au rayon de la concavité, et conséquemment le ménisque est alors équivalent à une lentille bi-convexe, qui a pour rayon celui de la concavité. (*Voy.* Lentille.)

Mais si le rayon de la concavité n'est que double de celui de la convexité, on trouve que la distance du

foyer est égale au diamètre de la concavité; et alors le ménisque est équivalent à un verre plan-convexe, qui a pour rayon celui de la concavité. (*Voy.* Verre plan-convexe).

MÉPHITIQUE. On donne cette épithète à tout fluide aériforme qui est impropre à la combustion et à la respiration. Tous les fluides aériformes connus sont *méphitiques*, à l'exception du gaz oxigène; et de l'air atmosphérique, en vertu du gaz oxigène qu'il contient.

MER. Immense étendue d'eau qui environne la terre, et qui couvre la plus grande partie de sa surface.

L'eau de la mer paroît quelquefois lumineuse. Ce phénomène est dû, dans certains endroits, tels que les lagunes de Venise, les environs de Naples, et certains bords de l'Océan, à la présence d'une grande quantité de petits animaux phosphoriques. Il ne faut pas confondre cette espèce de clarté avec celle qui se montre quelquefois dans le sillage d'un vaisseau, et qu'un place avec raison au rang des phénomènes électriques.

MER (Boussole de). *Voy.* Boussole.

MER (Trombe de) (*Voy.* Trombe marine.)

MERCURE. On a donné ce nom à la planète la plus voisine du Soleil. Elle se meut, comme toutes les autres planètes, d'occident en orient, dans un orbe elliptique, dont le Soleil occupe un des foyers, et dont le plan est incliné à celui de l'écliptique, d'environ 7 degrés.

L'orbe de la Terre embrasse l'orbe de Mercure, qui ne peut conséquemment jamais être en opposition avec le Soleil. Mercure étant moins distant du Soleil que la Terre, achève sa révolution dans un temps plus court: d'où il résulte qu'il passe entre la Terre et le Soleil, et qu'il se meut ensuite au-delà de cet astre, par rapport à la Terre. Mercure se trouve donc deux fois en conjonction avec le Soleil, pendant la durée de chaque révolution relative à la Terre. Son mouvement est direct aux approches et dans la conjonction supérieure; il est rétrograde aux approches et dans la conjonction inférieure. (*Voyez* Direction des Planètes)

La durée de la révolution sydérale de Mercure, ou son temps périodique, est de 87 jours 23 heures 59 minutes 14 secondes. Outre ce mouvement de translation, Mercure est animé d'un mouvement de rotation, dont l'existence repose sur une forte analogie. Sa grande proximité du Soleil fait qu'il nous paroît presque toujours plongé dans ses rayons, dont l'éclat dérobe ses taches à nos regards: nous ne pouvons donc nous assurer de la rotation de Mercure; car ce n'est qu'au moyen de la disparition et du retour des taches d'une planète, qu'on peut démontrer sa rotation. Mais l'analogie nous porte à croire qu'il partage ce mouvement avec les autres planètes.

Les plus grandes digressions de Mercure, ou ses plus grandes distances apparentes au Soleil, varient, suivant *Kepler*, entre 17 degrés 35 minutes, et 28 degrés 31 minutes.

La distance moyenne de la Terre au Soleil étant prise pour unité, le demi grand axe de l'orbite de Mercure, ou sa distance moyenne du Soleil, est 0,387100; au commencement de 1750, le rapport de l'excentricité au demi grand axe, étoit 0,205513.

Le diamètre apparent de Mercure

est de 7 secondes, et son diamètre réel est de 523,04 myriamètr. (1180 lieues).

On n'aperçoit aisément Mercure que vers ses plus grandes digressions à l'égard du Soleil; et comme alors il ne nous présente qu'une portion de son hémisphère éclairé, il est visible qu'il doit offrir, à l'aide de fortes lunettes, le spectacle des phases analogues à celles de la Lune, dirigées comme elles vers le Soleil, et dont l'étendue est relative à sa position, par rapport à cet astre. (*Voyez* PHASES DE LA LUNE.)

MERCURE, (Métal). (*Voyez* l'article MÉTAUX.)

MÉRIDIENS. Ce sont des cercles dont le plan passe par l'axe de la terre. Ils passent tous par les pôles du monde, par le zénith et le nadir, et sont perpendiculaires à l'équateur. Leurs pôles sont l'orient et l'occident.

Chaque méridien partage le ciel en deux hémisphères, dont l'un est à l'orient, et l'autre à l'occident: de là vient que le premier se nomme *hémisphère oriental*, et le second, *hémisphère occidental*.

Tous les pays de la terre n'ont pas le même méridien. Ceux qui s'écartent à l'orient ou à l'occident d'un lieu, ont un méridien différent de celui de ce lieu. Il n'y a que les pays situés dans une ligne menée directement du nord au sud, qui aient le même méridien; et conséquemment un observateur qui marche vers l'orient ou vers l'occident, change à chaque instant de méridien.

On compte ordinairement autant de méridiens qu'on compte de degrés dans un cercle; et l'on appelle *premier méridien* celui d'où l'on commence à compter les longitudes.

C'est sur les méridiens que se mesurent la déclinaison des astres et la latitude des différens lieux de la terre.

MÉRIDIEN MAGNÉTIQUE. C'est un cercle qui passe par les pôles de l'aimant et dans le plan duquel se dirige l'aiguille aimantée. Dans les endroits où l'aiguille n'a point de déclinaison, le méridien magnétique se confond avec le méridien, et dans les endroits où l'aiguille a de la déclinaison, le méridien magnétique fait avec le méridien un angle qui mesure la déclinaison de l'aiguille. (*Voyez* AIGUILLE AIMANTÉE, et AIGUILLE DE DÉCLINAISON.)

MÉRIDIENNE ou LIGNE MÉRIDIENNE. Droite menée dans le plan du méridien.

Telle seroit une ligne horizontale, qui, étant prolongée de part et d'autre, aboutiroit aux deux points où le méridien coupe l'horizon.

Voici la méthode la plus simple de tracer une méridienne. 1°. d'un des points d'un plan horizontal, pris comme centre, tracez plusieurs cercles concentriques; 2°. du point que vous avez pris comme centre, élevez un style perpendiculaire au plan horizontal; 3°. quelques heures avant midi, marquez exactement les points de plusieurs de ces cercles, où l'extrémité de l'ombre projetée par le style va tomber; 4°. soyez attentif après midi à marquer les points des mêmes cercles où cette même extrémité de l'ombre du style ira aboutir: ces points renfermeront des arcs de cercle; 5°. Divisez en deux parties égales un de ces arcs; 6°. menez du centre une droite qui passe par le point de division. Cette ligne sera la

méridienne parce qu'elle tient le milieu entre deux points qui marquent que les hauteurs du soleil sont les mêmes, et conséquemment que ses distances au méridien sont parfaitement égales.

Pour trouver avec plus de précision la méridienne par le procédé que je viens de décrire, il faut opérer vers le temps des solstices, c'est-à-dire, au commencement de l'été, ou au commencement de l'hiver; parce qu'alors la déclinaison du soleil est sensiblement la même le matin et le soir; ce qui n'a pas lieu dans les autres temps.

MÉRIDIONAL. Ce mot est synonyme d'austral. (*Voyez* AUSTRAL.)

MÉRIDIONAL (Hémisphère). *Voy.* HÉMISPHÈRE MÉRIDIONAL.

MESURE. Ce mot est consacré à désigner combien de fois une quantité est contenue dans une autre qu'on prend pour unité.

L'unité des mesures avoit été jusqu'ici une unité arbitraire : de là ce nombre prodigieux de mesures en usage, non seulement chez les différens peuples, mais dans la même nation. Leurs divisions bizarres, la difficulté de les comparer, l'embarras qui en résultoit dans les calculs et même dans le commerce, tous ces inconvéniens vivement sentis par les savans, leur faisoient former des vœux pour que l'unité des mesures acquît l'uniformité qui lui convient, et qu'il étoit aisé de lui donner en la prenant dans la nature. Cet important service rendu aux sciences et au commerce, est un bienfait de la révolution. L'unité des mesures linéaires est prise dans le méridien terrestre; elle est la dix millionième partie de l'arc du méridien compris entre l'équateur terrestre et le pôle boréal. On lui a donné le nom de *mètre;* et pour mettre de l'uniformité dans le système entier des mesures, c'est de cette unité linéaire qu'on a fait dériver toutes les autres.

Pour avoir la grandeur du quart du méridien terrestre, on a comparé celle de l'arc mesuré au Pérou, en 1740, par les académiciens français, à la grandeur de l'arc, compris entre Dunkerque et Barcelone, telle que la donnent les opérations de *Delambre* et *Méchain;* et on a trouvé le quart du méridien égal à 5130740 toises : d'où il suit que la longueur du mètre est de 0 toises, 513074, ou de 3 pieds 11 lignes $\frac{3}{10}$ à très-peu près.

Toutes les mesures dérivent du mètre, de la manière la plus simple. Ses sous-divisions en parties, successivement dix fois plus petites, s'appellent *décimètre, centimètre, millimètre,* et ses multiples décimaux se nomment: *décamètre, hectomètre, kilomètre.*

Pour réduire facilement une nouvelle mesure en ancienne ou réciproquement, il suffit d'observer que le millimètre est sensiblement égal à $\frac{1}{9}$ de ligne du pied français; ou, ce qui revient au même, la ligne égale $\frac{9}{4}$ de millimètre : d'où il résulte que le pouce égale 27 millimètres.

L'unité des mesures superficielles pour le terrain est un carré, dont le côté est de dix mètres; elle se nomme *are,* et vaut 948 pieds carrés.

On a donné le nom de *stère,* à une mesure égale au mètre cube; elle est destinée particulièrement pour le chauffage, et elle répond à un peu plus de 29 pieds cubes.

L'unité des mesures de capacité, est le cube de la dixième partie du mètre, c'est-à-dire, du *décimètre.* On lui a

donné le nom de *litre*, et elle vaut à peu près 50 pouces cubes $\frac{4}{10}$. Elle surpasse de $\frac{1}{14}$ la pinte de Paris, qui contient 46 pouces cubes, 95.

L'unité de poids, qui a reçu le nom de *gramme*, est le poids absolu du cube de la centième partie du mètre ou du *centimètre*, en eau distillée et considérée dans son maximum de densité. On a préféré l'eau, à raison de son homogénéité, lorsqu'à la faveur de la distillation, on lui a enlevé les substances qui altèrent ordinairement sa pureté. *Lefèvre-Gineau* a déterminé le gramme, par une longue suite d'expériences délicates sur la pesanteur spécifique d'un cylindre creux de cuivre, dont il a mesuré avec soin le volume. Il en résulte que le *gramme* répond à près de 19 grains. Le *kilogramme* ou le poids de mille grammes, équivaut à 2 livres 5 gros 35 grains. L'once diffère très-peu de trois décagrammes.

Toutes les mesures étant sans cesse comparées à la livre monnoie, il étoit important de la diviser en parties décimales. On lui a donné le nom de *franc* d'argent. Sa dixième partie se nomme *décime*, et la centième partie, *centime*.

MÉTAUX. On distingnoit, il n'y a pas long-temps, les métaux d'après leur plus ou moins de ductilité, d'après leur plus ou moins de combustibilité. Ceux qui sont ductiles et malléables étoient nommés *métaux*. Ceux qui sont fragiles, cassans, et dont conséquemment la ductilité est très-petite, avoient reçu le nom de *demi-métaux*.

Parmi les métaux, les uns brûlent et perdent facilement leurs propriétés métalliques; on les appeloit *métaux imparfaits*, tandis qu'on donnoit le nom de *métaux parfaits* à ceux qui sont très-peu combustibles et très-peu altérables relativement aux premiers.

Les chimistes modernes ont senti la nécessité de condamner à l'oubli ces dénominations bizarres, dont les alchimistes avoient infecté la science, et de puiser les distinctions qui doivent être admises entre les métaux dans des propriétés bien constatées et facilement appréciables. Trois propriétés, balancées entr'elles, leur ont servi à établir les classifications de vingt-une substances métalliques dont on ne peut révoquer en doute l'existence. Ces propriétés sont : l'acidification, l'oxidation et la ductilité. Les métaux sont divisés en cinq classes.

Dans la première on comprend les métaux fragiles et acidifiables, ou qui sont susceptibles de prendre le caractère d'acides par la combinaison d'une plus ou moins grande proportion d'oxigène. Cette classe renferme quatre espèces, savoir :

L'arsenic.
Le tungstène.
Le molybdène.
Le chrome.

La seconde classe renferme les métaux fragiles comme les premiers, mais non acidifiables. Ils conservent toujours l'état d'oxides, quelle que soit la quantité d'oxigène qu'ils contiennent. Cette classe embrasse huit espèces, savoir :

Le titane.
L'urane.
Le cobalt.
Le nickel.
Le manganèse.
Le bismuth.
L'antimoine.
Le tellure.

A la troisième classe appartiennent des métaux simplement oxidables comme ceux de la précédente, mais qui en diffèrent par un commencement de ductilité. Tels sont le mercure et le zinc. Tout le monde sait que le mercure se congèle à une température de trente deux degrés au-dessous de o du thermomètre de *Réaumur*, et qu'alors il peut être applati par la percussion.

Les métaux, dont ces trois premières classes se composent, sont ceux qu'on désignoit sous le nom de *demi-métaux*.

La quatrième classe embrasse les métaux bien ductiles, mais facilement oxidables. Tels sont :

L'étain.
Le plomb.
Le fer.
Le cuivre.

Les métaux renfermés dans cette quatrième classe, portoient le nom de *métaux imparfaits*.

Enfin la cinquième classe renferme les métaux très-ductiles, et si peu oxidables, qu'on les désignoit, il n'y a pas long-temps, par le nom de *métaux parfaits*. Tels sont :

L'argent.
L'or.
Le platine.

Outre les métaux dont nous venons de parler, il en existe d'autres dont les propriétés ne sont pas encore assez connues pour qu'on puisse les classer. Tels sont le *colombium*, le *cerium* et le *tantale*.

Tennant prétend avoir obtenu, de la mine de platine en sable telle qu'on nous l'apporte, deux nouveaux métaux. L'un qu'il appelle *iridium*, affecte des couleurs vives; l'autre qu'il nomme *osmium*, est volatil.

Wollaston dit avoir retiré de la même mine de platine deux autres métaux qu'il appelle *rohodium* et *palladium*.

Fourcroy et *Vauquelin* ont fait voir que la mine de platine donnoit à l'analyse une matière noire que *Proust* avoit pris pour de la plombagine, et qui contient un nouveau métal blanc qui paroît avoir beaucoup de rapports avec le *palladium* de *Wollaston*.

Enfin le docteur *Ritcher* vient de publier la découverte d'un nouveau métal auquel il a donné le nom de *niccolane* pour des raisons que nous ferons connoître.

Des propriétés physiques des métaux.

Les métaux jouissent d'un grand nombre de propriétés physiques, parmi lesquelles les principales sont, 1°. le brillant; 2°. la couleur; 3°. la pesanteur spécifique ou la densité; 4°. la dureté; 5°. l'élasticité; 6°. la ductilité; 7°. la ténacité; 8°. la conductibilité du calorique; 9°. la dilatabilité; 10°. la fusibilité; 11°. la volatilité; 12°. la cristallisabilité; 13°. l'électricité. Je parlerai brièvement de chacune de ces propriétés.

Le brillant est un caractère bien prononcé dans les métaux. Il augmente avec le poli des surfaces; et il est dû à la réflexion presque complète des rayons lumineux qu'elles reçoivent. Tous les métaux ne jouissent pas au même degré de cette propriété. Voici l'ordre qu'ils paroissent suivre :

Le platine.
Le fer en acier.
L'argent.
Le mercure.

L'or.
Le cuivre.
L'étain.
Le zinc.
L'antimoine.
Le bismuth.
Le plomb.
L'arsénic.
Le cobalt, et les autres métaux fragiles et cassans.

La couleur est une propriété constante dans les métaux. Le blanc est la couleur la plus ordinaire; si l'on compare plus exactement les métaux entr'eux par la couleur, on en trouve de gris, comme le fer, le molybdène, le tungstène, l'urane, le manganèse; de bleuâtres, comme le plomb et le zinc; de jaunâtres, comme le bismuth; de gris rougeâtre, comme le cobalt; de blanc rougeâtre, comme le nickel. La couleur des métaux, quoique constante lorsqu'ils restent dans le même état, s'altère très-facilement par la moindre combinaison.

Le pesanteur spécifique des métaux est plus grande que celle de tous les autres corps qui nous sont offerts par la nature. Comparés par rapport à cette propriété, les métaux sont entr'eux dans l'ordre suivant, en supposant que la pesanteur spécifique de l'eau distillée, à laquelle on les compare tous, est représentée par 1,00.

Platine.	20,85
Or	19,258
Tungstène. . . .	17,6
Mercure.	13,568
Plomb.	11,352
Argent	10,474
Bismuth.	9,822
Nickel.	7,807
Cobalt.	7,811
Cuivre.	7,788
Fer.	7,6
Étain	7,291
Zinc.	7,19
Manganèse. . . .	6,85
Antimoine	6,702
Urane.	6,44
Arsenic	5,763

Les physiciens n'ont pas encore déterminé la pesanteur spécifique du molybdène, du titane, du chrome, du tellure, etc.

La dureté varie dans les métaux ductiles entre des limites assez étendues, parce qu'on peut, à l'aide de la percussion, rapprocher plus ou moins leurs molécules intégrantes. Elle est constante dans les métaux cassans, mais souvent plus foible que celle des substances pierreuses qui, réduites en poudre, servent à polir les métaux en usant leurs surfaces. La dureté ne suit donc pas le rapport des densités. Elle dépend des molécules intégrantes et non de leur rapprochement. La difficulté du poli dans les métaux ductiles, et l'effet du choc dans les métaux cassans, servent à déterminer leur degré de dureté. C'est ainsi qu'on a trouvé qu'en commençant par ceux qui ont plus de dureté, on pouvoit les classer de la manière suivante :

1°. Le fer et le manganèse.
2°. Le platine et le nickel.
3°. Le cuivre et le bismuth.
4°. L'argent.
5°. L'or, le zinc et le tungstène.
6°. L'étain et le cobalt.
7°. Le plomb et l'antimoine.
8°. L'arsenic.

Le mercure qui est toujours à l'état de fluidité, ne peut être comparé par rapport à cette propriété. On ignore encore la dureté respective du titane,

de l'urane, du molybdène, du chrome, etc.

La ductilité appartient exclusivement aux substances métalliques; et elle consiste en ce qu'elles se laissent en quelque sorte conduire sous le marteau qui les foule, sous le cylindre qui les comprime, ou sous la filière qui les allonge. Elle dépend de ce que les molécules métalliques, en cédant à la pression, glissent les unes sur les autres sans que leur adhérence diminue. Parmi les métaux qui jouissent de la ductilité, les uns sont beaucoup plus susceptibles de s'applatir que de se tirer, comme le plomb et l'étain; d'autres sont dans un état contraire, comme le fer. Cela peut dépendre de la forme des molécules et de leur genre d'aggrégation. Les métaux malléables et laminables, semblent être composés de petites plaques ou lames; et les métaux filables, de fibres situées les unes à côté des autres. Les premières glissent par leurs surfaces planes les unes sur les autres; les secondes s'allongent et se collent bout à bout. Lorsqu'on bat ou qu'on forge ou qu'on file les métaux, leurs molécules se rapprochent, et ce rapprochement qui détermine l'évasion du calorique, et conséquemment la production de la chaleur, augmente en même temps leur dureté, leur élasticité et leur pesanteur spécifique. Ils deviennent alors plus roides et plus cassans; ils se gercent et se déchirent. Pour leur rendre de la ductilité et de la douceur, il suffit de les échauffer.

Voici l'ordre dans lequel on peut ranger les métaux ductiles en commençant par celui dont la ductilité est la plus grande.

L'or.
Le platine.
L'argent.
Le fer.
L'étain.
Le cuivre.
Le plomb.
Le zinc.
Le mercure.
Le nickel.
Le tungstène.
Le bismuth.
Le cobalt.
L'antimoine.
Le manganèse.
L'urane.
Le molybdène.
Le titane.
Le chrome.
L'arsenic.

Il importe de remarquer que le rang des onze derniers métaux qui sont tous plus ou moins cassans, n'est pas déterminé avec la même exactitude que celui des neuf premiers.

La ténacité désigne la force de cohésion qui unit entr'elles les molécules métalliques. On la mesure à l'aide de fils métalliques de même diamètre, dont l'extrémité supérieure est attachée à un point fixe, tandis qu'on suspend des poids à l'extrémité inférieure, jusqu'à ce que les fils soient rompus. On ne peut estimer que la ténacité des métaux ductiles à la filière. Voici l'ordre qu'ils suivent par rapport à cette propriété.

Le fer,
Le cuivre,
Le platine,
L'argent,
L'or,
L'étain,
Le plomb.

La conductibilité des métaux, c'est-à-dire, la propriété qu'ils ont de pré-

ter au calorique un passage libre et facile, n'a pas encore été appréciée avec assez d'exactitude. Les expériences qu'on a tentées, font soupçonner qu'elle suit une loi, sinon inverse, du moins très-différente de la fusibilité.

Quant à la dilatabilité des métaux à l'aide du calorique, on sait qu'elle est sensiblement proportionnelle dans chaque métal, à l'augmentation du calorique, entre les limites de la graduation de nos thermomètres; mais, qu'aux approches de l'ébullition, la dilatation suit une loi beaucoup plus rapide que l'élévation de température, parce que la force expansive du calorique, n'étant alors que foiblement balancée par l'attraction réciproque des molécules métalliques, est employée presque tout entière à produire leur écartement. Pour mesurer la dilatation des métaux, le rapport de cette dilatation suivant une seule dimension étant donné par l'expérience pour un degré du thermomètre, on multiplie la fraction qui représente ce rapport, par le nombre de degrés dont la température a été élevée; puis on double le produit, s'il s'agit d'estimer la dilatation de la surface; et on le triple, si l'on se propose d'estimer celle du volume. Il ne reste plus ensuite qu'à multiplier l'un ou l'autre de ces produits par la surface, ou par la solidité du métal, pour, avoir la quantité absolue de la dilatation.

La fusibilité varie singulièrement dans les métaux, et chacun d'eux peut être chauffé à des degrés fort différens avant de se fondre. Comme la température à laquelle ils s'élèvent, au moment où ils se foudent, ne peut pas toujours être mesurée ou indiquée par les thermomètres, *Guyton* a employé, pour la déterminer, tantôt l'échelle du thermomètre de *Réaumur*, tantôt celle du pyromètre de *Wedgwood*.

Fusibilité déterminée à l'aide du thermomètre.

31 — 0	Mercure.
0 —	Tellure.
168 + 0.	Étain.
205 + 0	Bismuth.
296 + 0	Zinc.
345 + 0	Antimoine.

Fusibilité déterminée à l'aide du pyromètre d'alumine.

27	Cuivre.
28	Argent.
32	Or.
130	Fer, nickel, cobalt.
160 + x . .	Platine, manganèse.

On n'a pu estimer, même par approximation, la fusibilité de l'arsenic, parce qu'il est plus volatil que fusible. Le molybdène, le tungstène, l'urane, le titane et le chrome, résistent plus ou moins aux efforts qu'on fait pour les fondre. Leur fusibilité se rapproche, sous ce rapport, de celle du platine.

Si un métal déjà fondu par la pénétration du calorique, reste soumis à l'action de ce fluide, ses molécules souffrent un écartement progressif qui à un certain terme, détermine le passage du métal à l'état élastique. Alors il s'élève, sous forme de vapeurs qui se condensent, à mesure que le calorique l'abandonne. La volatilité des métaux ne suit pas le rapport de leur fusibilité. L'arsenic beaucoup plus volatil que fusible, n'occupe que le second rang, sous le rapport de la vola-

tilité; il vient après le mercure, et il est suivi immédiatement du bismuth et de l'antimoine. L'étain et le plomb, quoique beaucoup plus fusibles que l'antimoine, sont beaucoup moins volatils, et il faut un grand feu pour volatiliser le cuivre, l'argent et l'or, qui jouissent d'une fusibilité moyenne. Ce n'est qu'à l'aide d'une chaleur extrême, qu'on peut réduire en vapeur le fer et les autres métaux peu fusibles.

La cristallisabilité consiste dans la tendance qu'ont les molécules métalliques, écartées les unes des autres par la fluidité, de se rapprocher et de s'unir par les surfaces qui se conviennent le mieux, de manière qu'il résulte de cette union, un polyèdre régulier. Si, après avoir fait fondre les métaux, on les laisse se refroidir très-lentement, et qu'on brise ensuite la surface figée, on trouve sous la portion encore fondue de l'intérieur, et après l'avoir fait écouler, des cristallisations plus ou moins régulières, qui dépendent du tétraèdre régulier, ou du cube, formé de leurs molécules intégrantes. (*Voy.* CRISTALLISATION.)

Tous les métaux sont d'excellens conducteurs d'électricité. De là vient qu'ils entrent comme élémens dans la construction de nos machines électriques. Les métaux s'électrisent aussi par frottement, quoique d'une manière peu sensible; et l'espèce d'électricité qu'ils acquièrent, dépend de la nature du frottoir. Ils exercent les uns sur les autres, lorsqu'on les met en contact, une action électro-motrice, qui les constitue dans des états électriques différens. Enfin ils s'électrisent par leur contact avec les substances résineuses; et alors ils reçoivent toujours l'électricité résineuse ou négative. (*Voyez* l'article ÉLECTRICITÉ.)

Des propriétés chimiques des métaux.

Les métaux jouissent de plusieurs propriétés chimiques, parmi lesquelles je distingue principalement l'oxidabilité, leur combinaison avec les corps combustibles, enfin l'action qu'ils exercent sur l'eau et sur les acides.

L'oxidabilité par l'air, commence, dans quelques métaux, à la température la plus basse, tandis qu'il en est d'autres qui exigent la plus grande chaleur. Le manganèse et le fer, par exemple, brûlent à toutes les températures; l'argent, l'or, et le platine, au contraire, ne brûlent que lorsqu'ils sont très-fortement échauffés. Les autres métaux tiennent le milieu entre ces deux limites.

Quelques métaux s'oxident si facilement, qu'il faut les garantir du contact de l'air, si l'on veut qu'ils conservent leur brillant et leur solidité: tels sont le fer, l'étain, le plomb, le cuivre, le manganèse, qu'on ne défend bien de l'influence de l'air, qu'en les couvrant d'un vernis; d'autres, tels que l'or et le platine, ne souffrent de la présence de l'air aucune altération sensible.

L'oxidation des métaux s'effectue avec une facilité et une énergie proportionnelle à la chaleur qu'on leur imprime. Il y a plus, l'oxidation des métaux a un degré déterminé par la température à laquelle on les élève, de manière qu'on peut toujours apprécier l'état de leur oxidation, par le degré de chaleur qu'on leur a communiqué.

Tous les métaux diffèrent entr'eux par la proportion d'oxigène qu'exige leur oxidation. Chaque métal varie encore lui-même, par la quantité

d'oxigène qu'il prend dans l'air, suivant la manière dont on le brûle, et suivant la température à laquelle on l'élève. Tantôt le métal rougit et s'enflamme; tantôt il s'oxide sans se fondre, ou ne s'oxide qu'après avoir été fondu. Quelquefois il se couvre d'une simple croûte cassante, ou d'une poussière adhérente; d'autres fois, c'est une pellicule irisée et non adhérente, qui se forme à sa surface : mais toujours il se ternit, perd son brillant et sa couleur, pour en prendre une autre qui manifeste son oxidation.

Tous les oxides métalliques ont la forme de poussière, ou du moins ils sont fragiles, et il est facile de les réduire en poudre; ils présentent différentes nuances de couleurs, depuis le blanc et le gris, jusqu'au brun et au rouge foncé; ils pèsent plus qu'ils ne pesoient avant d'être oxidés; et cette augmentation va depuis quelques centièmes jusqu'à plus de la moitié de leur poids. Ils ont avec les terres quelques traits de ressemblance, qui leur avoient fait donner autrefois le nom de *terres* ou *chaux métalliques*. Les uns recouvrent leur état métallique par le seul contact du calorique ou du fluide lumineux; d'autres exigent l'addition du carbone rouge de feu, qui attire l'oxigène : il en est qui semblent être irréductibles. Ceux-ci sont fusibles au feu, et donnent des verres plus ou moins colorés, transparens, et servent même de fondans aux terres; ceux-là, au contraire, résistent à l'action d'une très-grande chaleur, et troublent même la transparence des verres dans lesquels on les fait entrer. Quelques oxides sont volatils; la plupart sont fixes. Quelques-uns ont une saveur âcre et caustique, une dissolubilité dans l'eau plus ou moins grande, et même une qualité acide; dans d'autres, on ne trouve ni saveur ni dissolubilité. Il en est qui s'unissent aux alcalis, comme le feroient les acides, tandis que la plupart se dissolvent dans les acides, et les saturent à la manière des bases terreuses et alcalines.

Les métaux s'unissent plus ou moins étroitement avec le soufre, comme l'attestent les sulfures métalliques, dont la nature nous offre tant d'exemples.

Pelletier a obtenu des phosphores métalliques : ce qui doit faire soupçonner qu'il y en a dans la nature, quoiqu'aucune expérience décisive n'en ait encore annoncé l'existence.

Les métaux s'unissent très-bien entr'eux, quoiqu'il y ait à cet égard quelques exceptions remarquables. Ces combinaisons portent le nom d'alliages; le mercure, en les formant, dissout même la plupart des métaux : aussi a-t-on donné à ceux-ci le nom particulier d'amalgames. (*Voy.* Amalgame.)

On connoît depuis long-temps la combinaison du carbone avec le fer. Celle du carbone avec la plupart des substances métalliques existe probablement dans la nature.

Le gaz hydrogène est susceptible de tenir en dissolution plusieurs substances métalliques, particulièrement l'arsenic, le zinc, et le fer; et il n'est plus permis de douter de la combinaison du diamant avec le fer, à l'aide de la fusion; dans cette opération, le fer se convertit en acier; ce qui rapproche de plus en plus le diamant du carbone.

Les métaux exercent sur l'eau une action qui est différente dans différens métaux, et qui varie dans le même métal, suivant les circonstances. Les

uns, tels que le fer, le zinc, le manganèse, décomposent l'eau à froid, pourvu qu'on leur donne le temps nécessaire pour effectuer la décomposition; d'autres, ne pouvant décomposer l'eau à froid, en deviennent capables, à l'aide d'une grande dose de calorique, c'est-à-dire, quand ils sont incandescens. L'antimoine et l'étain sont spécialement dans cet ordre. Ceux-ci ne pouvant décomposer l'eau ni à froid ni à chaud, lorsqu'ils agissent seuls, acquièrent cette propriété, par l'intermédiaire des acides, ou même quelquefois des alcalis, qui ont une grande tendance à se combiner avec les oxides métalliques. Tels sont le cuivre, le bismuth, le plomb, etc. Quelques-uns enfin, tels que le mercure, l'argent, l'or et le platine, ne peuvent, dans aucune circonstance, opérer la décomposition de l'eau, ce qui vient sans doute de leur peu d'attraction pour l'oxigène.

Une des propriétés les plus remarquables des métaux, c'est leur tendance à se combiner avec les acides. Ici il importe de remarquer que cette combinaison ne peut s'effectuer, sans que les métaux soient plus ou moins oxidés; c'est pourquoi, ceux des oxides métalliques qui y sont dissolubles, se dissolvent lentement et sans effervescence. Celle-ci est due à ce que les métaux augmentant tout-à-coup d'attraction pour l'oxigène, par le contact des acides, déterminent le dégagement d'un autre principe qui prend la forme de gaz. Ce principe provient ou des acides eux-mêmes, ou de l'eau. Dans le premier cas, il est quelquefois différent, suivant les acides; dans le second, c'est toujours du gaz hydrogène qui se dégage. Quelquefois l'acide et l'eau sont décomposés à la fois par le métal; et alors, ou il se dégage deux gaz mêlés, ou les deux principes de ces gaz s'unissent ensemble, et donnent naissance à un nouveau composé.

Tout ce que nous avons dit jusqu'ici regarde les métaux en général. Il nous reste à parler en peu de mots de chacun d'eux, en suivant l'ordre de classification que nous avons adopté.

De l'Arsenic.

L'arsenic se présente sous la forme de petites lames brillantes et blanchâtres; son extrême fragilité fait qu'on le réduit facilement en poussière, à l'aide de la percussion. Sa pesanteur spécifique est, suivant *Guyton*, de 5,763. On ne connoît pas sa fusibilité, parce qu'il se sublime avant de se fondre. C'est le plus volatil de tous les métaux. Lorsqu'on le sublime lentement, il se cristallise en tétraèdre régulier, et quelquefois en octaèdre. La première forme est celle de sa molécule intégrante. Lorsque l'arsenic, récemment préparé, a tout son brillant métallique, il s'altère promptement par le contact de l'air; il s'oxide à sa surface, devient d'abord jaunâtre, perd son éclat, prend une couleur noirâtre, et devient extrêmement friable. Si on le chauffe avec le contact de l'air, ou qu'on le jette en poudre sur des charbons ardens, il brûle avec une flamme bleue, répand une fumée abondante, et se sublime en une masse blanche,, âcre, soluble, qu'on a d'abord nommée oxide d'arsenic, mais dans laquelle *Fourcroy* a ensuite reconnu des signes d'acidité. L'arsenic s'allie aisément avec la plupart des métaux. Il ne décompose pas l'eau, malgré la tendance qu'il a pour l'oxi-

gène. L'acide sulfurique concentré n'attaque point l'arsenic à froid; si on le fait bouillir sur ce métal, il se dégage du gaz acide sulfureux; l'arsenic s'oxide et reste au fond du vase en poudre blanche, qui ne retient que peu d'acide sulfurique. L'arsenic décompose l'acide nitrique concentré; il se dégage du gaz nitreux, et à la fin, du gaz azote. L'arsenic est changé en une poudre blanche, beaucoup plus pesante que n'étoit d'abord le métal. L'acide muriatique n'a aucune action à froid sur l'arsenic; quand on le fait bouillir, il le dissout sensiblement, et il se dégage du gaz hydrogène. L'acide muriatique oxigène agit avec beaucoup d'activité sur l'arsenic. Ce métal jeté en poudre dans du gaz acide muriatique oxigéné, s'enflamme à l'instant, et brûle avec une flamme blanche, qui répand beaucoup d'éclat.

Du Tungstène.

Le tungstène se présente sous la forme de petits globules très-friables, d'une couleur grise d'acier. Sa pesanteur spécifique est 17,6; il est avec le platine le plus infusible des métaux. *Guyton* lui donne le cinquième rang pour la dureté; il le place à côté du zinc. On ignore si le tungstène brûle à froid dans l'air; mais en l'échauffant avec son contact, il paroît qu'il se change promptement en un oxide jaune, qui devient bleuâtre par une plus forte chaleur, et qui passe bientôt à l'état d'acide par une oxigénation plus avancée.

Du Molybdène.

La nature ne nous offre pas le molybdène dans l'état de métal. Presque toujours il est combiné avec le soufre, et lorsqu'on veut l'en séparer, il s'unit à l'oxigène et passe à l'état d'oxide ou d'acide. *Pelletier* a fait beaucoup d'expériences sur la réduction de l'oxide et de l'acide molybdiques, et il a eu pour résultat une masse agglutinée, noirâtre, friable, ayant le brillant métallique, dans laquelle la coupe faisoit voir de petits grains ronds, brillans et gris; ce métal paroît jouir d'une extrême infusibilité; sa pesanteur spécifique est 6,000. Chauffé avec le contact de l'air, il se change, à une haute température, en un oxide blanc, volatil, cristallisé en aiguilles brillantes, et qui acquiert promptement les propriétés qui distinguent les acides.

Du Chrome.

Le chrome est un métal très-dur, très-fragile, d'une extrême infusibilité et d'une couleur blanche tirant sur le gris. Il a une grande tendance à passer à l'état d'acide, en se combinant avec l'oxigène; et alors il devient très-coloré et acquiert en même temps la propriété de colorer lui-même toutes ses combinaisons.

Vauquelin à qui l'on doit la découverte de ce nouveau métal, l'a obtenu en traitant le plomb rouge de Sibérie avec deux parties de carbonate de potasse dissous, qu'il a fait bouillir dans deux cents parties d'eau : la potasse s'est portée sur le nouvel acide, tandis que l'acide carbonique s'est uni au plomb. Le nouveau sel s'est trouvé dissous dans l'eau, et le carbonate de plomb au fond en poudre blanche. L'acide du nouveau sel a été précipité par l'acide nitrique, et réduit en le chauffant fortement dans un creuset de charbon.

Du Titane.

La nature ne nous a encore offert le titane que sous la forme d'oxide. On en distingue de deux sortes, 1°. *l'oxide de titane rouge et pur*, connu sous le nom de schorl rouge; 2°. le *titane siliceo calcaire* qui se compose d'oxide de titane, de silice et de chaux, presqu'à parties égales.

Vauquelin a obtenu des signes sensibles de la réduction de l'oxide rouge natif, en en chaulfant cent parties avec cinquante parties de borax calciné, et cinquante parties de charbon réduit en pâte avec de l'huile et exposées dans un creuset brasqué, pendant une heure et demi, à un fen de forge, élevé jusqu'à 166 degrés du thermomètre de *Weedgwood*. Il a eu une masse agglutinée, noirâtre, rouge de cuivre, et brillante à sa surface.

Le titane ne fond point au plus grand feu; il se recouvre des couleurs de l'iris à l'air, et s'oxide assez facilement; on n'a encore déterminé, ni son augmentation de poids, ni les degrés de son oxidation. C'est à *Klaproth* qu'on doit la découverte de ce métal.

De l'Urane.

L'urane dont nous devons la connoissance à *Klaproth*, n'a pu encore être retiré qu'en une masse un peu cohérente, formée de petits globules métalliques agglutinés. Sa couleur d'un gris foncé, est d'un brun pâle en le rayant. Il a peu de brillant, à cause de la porosité de cette masse agglutinée; on le ratisse avec le couteau, et on le raie avec la lime. Il est comme intraitable et infusible.

Du Cobalt.

Le cobalt ramené à son état de pureté, est d'une couleur grise tirant sur le rose ou sur le rouge, d'un grain très-fin et très-serré. Sa cassure est raboteuse, et on n'y aperçoit aucun indice de lames. Il est facile à réduire en poudre très-fine. Sa poussière est grise et peu brillante; sa pesanteur spécifique est suivant *Guyton* 7,811. Ce chimiste lui donne le sixième rang entre les métaux sous le rapport de la dureté. Le cobalt n'a ni saveur, ni odeur bien déterminées. C'est un des métaux les plus difficiles à fondre; cependant il n'approche pas de l'infusibilité du titane, de l'urane, du chrome, ni même de celle du platine et du manganèse.

Le cobalt s'oxide sans qu'il soit nécessaire de le fondre, en le faisant chauffer et légèrement rougir dans un vaisseau plat; si on l'agite dans l'air, sa poussière perd sa couleur rosée et son brillant; elle devient d'abord d'un gris foncé qui passe peu à peu au noir. A un feu très-violent, ce dernier oxide se fond en un verre bleu-noir.

Le cobalt s'unit au phosphore; il s'unit à l'arsenic et à beaucoup d'autres substances métalliques. Il n'exerce sur l'eau aucune action sensible; il décompose l'acide sulfurique concentré et bouillant, et détermine le dégagement du gaz acide sulfureux. L'acide est décomposé par le cobalt avec effervescence; du gaz nitreux se dégage, et le métal s'oxide et se dissout dans l'acide.

L'acide muriatique ne dissout point le cobalt à froid; il en dissout un peu à l'aide de la chaleur. Cet acide dissout avec une grande facilité le cobalt oxidé; plus même son oxidation est forte, plus il est vivement attaqué. C'est ainsi

qu'on enlève au safre, par l'acide muriatique, tout ce qu'il contient d'oxide de cobalt. Cet acide l'enlève aussi à l'acide sulfurique; il forme une dissolution d'un brun rouge, qui, par l'évaporation, fournit un muriate de cobalt cristallisé en petites aiguilles déliquescentes. Cette dissolution a cela de remarquable, qu'elle devient d'un beau vert lorsqu'on la chauffe; elle constitue l'encre de sympathie. (*Voy.* Encre de sympathie.)

Le cobalt jeté en poudre dans le gaz acide muriatique oxigène, s'enflamme, brûle avec des étincelles blanches, et se change en un oxide rose pâle.

Du Nickel.

Le nickel ramené à son état de pureté, est d'un blanc jaunâtre ou d'un blanc rougeâtre plus ou moins éclatant, d'un tissu grenu. Ce tissu n'est lamelleux que lorsque le nickel n'est pas pur. Sa pesanteur spécifique est suivant *Guyton* 7,807. *Bergman* prétend que, malgré la plus grande purification, il contient toujours plus d'un tiers de son poids de fer, dont la présence doit influer sur sa vertu magnétique et sur sa demi-ductilité.

Le nickel n'a ni odeur ni saveur déterminées. On n'a point encore déterminé sa dilatabilité et sa faculté conductrice du calorique. Il s'oxide difficilement à l'air, même à une assez haute température. Le nickel s'unit très-facilement au soufre et à beaucoup de métaux: tels que l'arsenic, le cobalt, le fer, etc. Aucune expérience ne prouve qu'il exerce une action sur l'eau. Tous les acides se combinent avec le nickel ou avec son oxide, et ce qu'il y a de remarquable, toutes les combinaisons de ce métal sont vertes et d'une nuance claire très-brillante.

Du Manganèse.

Le manganèse se distingue de tous les autres métaux par les propriétés suivantes: il est d'un blanc brillant tirant au gris, qui s'altère promptement à l'air; son tissu est grenu; sa cassure est raboteuse et inégale; sa pesanteur spécifique est de 6,850. Il tient, avec le fer, le premier rang dans l'ordre de la dureté. C'est un des métaux les plus fragiles; c'est en même temps un des plus difficiles à fondre. On ne connoît ni sa dilatabilité par le calorique, ni sa propriété conductrice. Il est souvent attirable à l'aimant, surtout lorsqu'il est en poudre, en raison du fer qu'il contient, et qu'il est très-difficile de lui enlever: le manganèse absorbe avec autant de facilité que de promptitude l'oxigène atmosphérique. Aucun métal ne jouit comme lui de cette propriété. Aussi *Guyton* lui donne-t-il, à juste titre, le premier rang d'oxidabilité. Sa grande attraction pour l'oxigène fait soupçonner qu'il est, comme le fer et le zinc, susceptible de décomposer l'eau et de lui enlever son oxigène. Aucune expérience décisive n'a encore confirmé ce soupçon. L'acide sulfurique concentré agit même à froid sur le manganèse; son action est beaucoup plus prompte et plus forte lorsqu'il est étendu de deux ou trois parties d'eau; et elle est accompagnée du dégagement d'une quantité notable de gaz hydrogène. L'acide nitrique dissout le manganèse avec effervescence et dégagement de gaz nitreux. L'acide muriatique liquide le dissout avec effervescence et dégagement de gaz hydrogène. L'acide muriatique oxigéné, oxide promptement et sans effervescence le manganèse; il brûle et enflamme ce métal lorsqu'on le présente

eu poudre à son action. Il s'unit aussi aux oxides de manganèse, et fait des dissolutions colorées en brun, en rouge ou en violet, qui fournissent des cristaux de même couleur.

Du Bismuth.

Le bismuth pur est un métal fragile, d'un blanc tirant sur le jaune, qui présente un tissu à grandes lames brillantes. Sa pesanteur spécifique est de 9,822; il paroît qu'elle varie, suivant le plus ou moins de pureté du métal entre des limites peu étendues. *Guyton* lui donne le troisième rang par la dureté, et le place à côté du cuivre relativement à cette propriété. Son élasticité est foible; il a une saveur et une odeur particulières, quoique peu sensibles; il est bon conducteur d'électricité. On n'a point encore mesuré sa dilatabilité. Sa fusibilité est prompte et facile. Si on le laisse refroidir après sa fusion, il se cristallise en parallèlipipèdes qui se joignent à angle droit, et s'enveloppent les uns dans les autres, à peu près comme les contours d'une voute. Si on le chauffe fortement après sa fusion, il se sublime et s'élève en vapeurs dans des vaisseaux bien clos. Il s'attache et se cristallise en paillettes brillantes à la partie supérieure de l'apparcil où on lui fait subir cette haute température. Le bismuth ne s'altère que très-légèrement à froid par le contact de l'air; il perd seulement de son brillant, et se couvre d'une poussière d'un gris jaunâtre; mais il brûle très-facilement et absorbe promptement l'oxigène atmosphérique, quand on le chauffe avec le contact de l'air. Le bismuth n'a aucune action sur l'eau. L'acide sulfurique concentré n'attaque point le bismuth; mais ce métal décompose l'acide à la chaleur de l'ébullition. Le métal s'oxide; et il se dégage du gaz acide sulfureux. Le bismuth n'est point attaqué par l'acide sulfureux, qui, cependant, s'unit à son oxide et forme avec lui un sulfite blanc insoluble dans l'eau et même dans son acide. Si l'on jette du bismuth en poudre dans de l'acide nitrique un peu concentré, il y a une grande chaleur produite et une combustion vive et rapide, à laquelle il ne manque que la flamme pour être complète. Ces phénomènes sont accompagnés du dégagement du gaz nitreux et de la vapeur nitreuse rutilante et épaisse que ce gaz forme dans l'air; le bismuth est brûlé par la décomposition de l'acide en oxide blanc, qui s'enflamme quelquefois dans cette opération, et lance de brillantes étincelles. L'acide muriatique agit difficilement sur le bismuth. Il faut, pour favoriser son action, qu'il soit concentré et tenu long-temps en digestion ou même distillé sur ce métal réduit en poudre. L'acide muriatique oxigéné, oxide avec beaucoup de promptitude et d'activité le bismuth. Si l'on jette dans ce gaz le bismuth en poudre, il s'enflamme et donne des étincelles blanches au moment même où il est en contact avec lui.

De l'Antimoine.

L'antimoine bien pur est d'une couleur blanche, brillante et assez semblable à celle de l'argent ou de l'étain. Son tissu lamelleux est composé de plaques qui semblent se couper dans tous les sens. Sa pesanteur spécifique est de 6,702. *Guyton* lui donne le septième rang pour la dureté, et le place à côté du plomb : il n'a point de ductilité et se brise facilement par le choc. On n'a encore déterminé, ni sa

propriété conductrice du calorique, ni sa dilatabilité par cet agent. Il ne se fond que quand il est bien rouge. *Guyton* estime qu'une température de 345, à la graduation de *Réaumur*, suffit pour le fondre. Si l'on continue à le chauffer après sa fusion dans des vaisseaux bien fermés, au moment où il est d'un rouge blanc, il s'élève en vapeur, se sublime et se condense, dans le haut des crensets, en lames brillantes et cristallisées. L'antimoine a une odeur et une saveur très-sensibles. A froid il n'éprouve aucune altération sensible à l'air; mais lorsqu'on le tient fondu avec le contact du fluide atmosphérique, il s'élève une fumée blanche qui se précipite bientôt à la surface du métal, ou s'attache au haut du creuset en s'y cristallisant sous la forme de longs prismes très-minces, ou d'aiguilles blanches brillantes. Si on chauffe très-fortement l'antimoine jusqu'à le faire rougir à blanc dans un creuset, et qu'ensuite on l'agite ou on le secoue avec le contact de l'air, il s'enflamme avec une espèce d'explosion, et il présente, en brûlant, une lumière blanche, en exhalant dans l'air l'oxide blanc qu'il a coutume de donner. L'antimoine n'a aucune action sur l'eau à froid. Mais il n'en est pas de même lorsque l'antimoine est rouge et fondu. Il n'y a pas lieu de douter que dans ce cas, le métal ne décompose l'eau, quoique les explosions dangereuses qui accompagnent ces sortes d'expériences, n'ont point encore permis de le constater. L'acide sulfurique froid n'éprouve aucune altération de la part de l'antimoine; si on le fait bouillir sur ce métal, il se dégage avec effervescence du gaz acide sulfureux. L'acide sulfureux n'attaque point l'antimoine à froid; à chaud il paroît que l'acide est décomposé et que le métal passe à l'état d'oxide. L'acide muriatique paroît exercer sur l'antimoine une action très-lente et très-foible; mais l'acide muriatique oxigéné le brûle et l'enflamme avec rapidité, lorsqu'on jette ce métal en poudre dans l'acide gazeux. A peine les molécules métalliques sont-elles en contact avec ce gaz, qu'elles s'allument et brûlent avec une flamme blanche, très-brillante, et le métal oxidé tombe au fond du vase.

Du tellure.

Le tellure a une couleur blanche approchant du gris de plomb et beaucoup d'éclat métallique. Il est très-aigre, très-cassant et facile à mettre en poudre. Son tissu est formé de lames comme l'antimoine. Il prend par un refroidissement lent une forme régulière; sa pesanteur spécifique est de 6,145; il jouit d'une grande fusibilité. On ne connoît point sa faculté conductrice ni pour le calorique, ni pour l'électricité. Si on le fond dans des vaisseaux fermés, il bout facilement, et se volatilise de manière que ses globules brillans s'attachent aux voûtes des cornues. Cette propriété semble le rapprocher du mercure. Lorsqu'on chauffe le tellure au chalumeau sur un charbon, il brûle après s'être fondu avec une flamme assez vive d'une couleur bleue qui passe au verdâtre sur ses bords; il se volatilise entièrement sous la forme d'une fumée d'un gris blanchâtre, et en répandant une odeur que *Klaproth* compare à celle des raves. L'oxide de tellure paroît être extrêmement fusible; il se réduit promptement avec une espèce de détonation lorsqu'on le chauffe dans un trou de charbon et entouré de ce corps. Le peu d'at-

traction du tellure pour l'oxigène fait présumer qu'il n'exerce sur l'eau aucune action. Il est très-attaquable par la plupart des acides.

Du Mercure.

Le mercure, métal toujours fluide à la température ordinaire de nos climats, est un des métaux les plus brillans que l'on connoisse. Sa couleur est aussi belle que celle de l'argent. Sa pesanteur spécifique est de 13,568; elle varie, d'après *Mussembrok*, suivant ses divers degrés de pureté, depuis 13,500 jusqu'à 14,110. L'or, le platine et le tunstène sont les seuls, parmi les métaux connus, dont la pesanteur spécifique soit plus grande. La moindre pression détermine la division de ce métal en un grand nombre de gouttelettes qui jouissent quelquefois d'une ténuité si grande qu'on ne peut les bien distinguer qu'à la faveur du microscope. Leur forme est sphérique comme celle de tous les liquides; mais elle est accidentelle comme la liquidité qui lui donne naissance. *Cavendish* a prouvé que le mercure perdoit sa fluidité à 31,5—0 du thermomètre de *Réaumur*. Le 5 janvier 1705 on a opéré à Paris la congélation du mercure par un froid artificiel de 31 — 0; au moment où la congélation a eu lieu, celui qui tenoit dans la main le tube de verre où le mercure étoit renfermé a senti une légère secousse produite par une retraite subite du métal figé, et l'on a observé dans le mercure une cristallisation en très-petits octaèdres. Ce mercure battu sur un tas d'acier et avec un marteau refroidi à — 17, s'est fortement applati, et a présenté une ductilité assez prononcée.

On n'a point encore déterminé avec précision la dilatabilité du mercure par le feu. On sait qu'il est très-bon conducteur du calorique, et c'est en vertu de cette faculté conductrice qu'il paroît si froid quand on y plonge la main, parce qu'il enlève promptement et par un grand nombre de points le calorique de la peau. La dilatation du mercure par le calorique est assez constante dans sa marche, et c'est sans doute un des principaux motifs qui lui ont obtenu la préférence sur l'alcool dans la construction des thermomètres.

Lorsque le mercure est pénétré d'une quantité de calorique qu'on estime à 140 degrés du thermomètre de *Réaumur*, il se réduit en vapeur et se volatilise. Si l'opération se fait dans des vaisseaux fermés, et qu'on condense la vapeur par l'eau froide, le mercure recouvre sa liquidité sans avoir éprouvé la moindre altération chimique. *Boërhaave* a distillé du mercure 510 fois de suite, et il a cru remarquer que ce métal étoit devenu plus brillant, plus pesant et plus fluide qu'auparavant.

Le mercure est bon conducteur de fluide électrique. Il s'électrise par le frottement, et l'électricité qu'il acquiert est toujours vitrée ou positive : c'est sans doute à sa propriété électrique qu'est due la clarté qu'il répand quand on l'agite dans le tube du baromètre. (*Voy.* Baromètre.)

Le mercure s'oxide en noir à une très-basse température toutes les fois qu'on l'agite avec le contact de l'air; il s'oxide en rouge d'une manière complète si on le fait bouillir pendant plusieurs mois de suite dans un appareil convenable. L'oxide de mercure rouge ainsi obtenu contient à peu

près un dixième de son poids d'oxigène. Chauffé fortement dans des vaisseaux fermés, à l'appareil pneumato-chimique, il donne du gaz oxigène pur, et recouvre son brillant métallique. Si l'on observe avec soin les phénomènes de sa réduction, on le voit brunir à mesure qu'il cède son oxigène au gaz, et il reste souvent quelques parcelles d'oxide noir dans la cornue qui a servi à cette opération.

L'acide nitrique dissout facilement le mercure, même à froid; l'acide sulfurique ne l'attaque qu'à l'aide d'une assez grande chaleur dans les vaisseaux fermés. L'acide muriatique ne l'attaque pas directement; mais ils se combinent fort bien par un jeu de doubles affinités.

Le cinabre se compose de mercure et de soufre dans le rapport de 7 à 1.

L'amalgame de mercure et d'étain sert à former ce qu'on appelle le *tein* des glaces.

Du Zinc.

Le zinc pur est d'un blanc brillant, avec une nuance bleuâtre bien sensible dans son état métallique. Son tissu est lamelleux. Sa pesanteur spécifique est 7,19. Il est assez dur et assez élastique; mais sa ténacité est foible. On n'a point déterminé sa faculté conductrice pour le calorique. Il se fond dès qu'il rougit, et est rangé, à cet égard, parmi les métaux d'une moyenne fusibilité. Si on le fait réfroidir tranquillement après qu'il a été fondu, il se cristallise en aiguilles très-fines, dont on n'a point encore déterminé la forme.

Le zinc est bon conducteur d'électricité. Mis en contact avec un autre métal quelconque, il acquiert l'électricité vitrée ou positive; mis en contact avec une substance résineuse, il acquiert l'électricité résineuse ou négative. (*Voyez*, à ce sujet, l'article ÉLECTRICITÉ.)

Le zinc n'éprouve qu'une très-lente et très-foible altération par l'air froid; son brillant se ternit un peu, et il se couvre à la longue d'une couche extrêmement mince d'oxide gris. Si l'on fond du zinc avec le contact de l'air, et qu'on ne lui donne que la température nécessaire à sa fusion, sa surface s'irise, se ride, perd son brillant, et devient bientôt d'un gris sale. En enlevant cette portion qui forme pellicule, il s'en forme une seconde, semblable à la première, qui, séparée à son tour, est bientôt remplacée par une troisième; et tout le zinc est susceptible de se convertir ainsi jusqu'à la dernière couche.

Lorsqu'on chauffe fortement le zinc, dans un creuset, de manière à le faire rougir; et lorsqu'après avoir débouché ce vase, on agite le zinc ainsi rougi, et presque parvenu au point de se volatiliser, il s'allume subitement, et répand une flamme d'un blanc un peu verdâtre, extrêmement éclatante. C'est de tous les métaux, celui qui brûle avec la flamme la plus sensible, et à la température la moins élevée.

Le zinc a une grande tendance à décomposer l'eau. Mis en poudre dans un flacon rempli d'eau froide, et bien bouché, il s'oxide; le volume de l'eau diminue, et la partie supérieure du flacon contient du gaz hydrogène. L'oxidabilité du zinc par l'eau, augmente singulièrement, lorsqu'on le met en contact avec un autre métal, tandis qu'il plonge dans ce liquide; et

cela n'a rien qui étonne, puisque l'électricité qui se développe dans cette circonstance, peut considérablement favoriser la décomposition de l'eau, déjà sollicitée par la présence du zinc.

L'acide sulfurique étendu d'eau, versé sur du zinc en limaille, l'attaque avec force; il se produit promptement et à froid, une vive effervescence; le mélange s'échauffe considérablement; et il se dégage une grande quantité de gaz hydrogène, tenant en dissolution un peu de carbone.

L'acide sulfureux attaque promptement le zinc en poudre ou en limaille; il se produit beaucoup de chaleur, et il se dégage du gaz hydrogène sulfuré.

L'acide nitrique concentré peut enflammer le zinc : pour en opérer la dissolution, il faut prendre cet acide foible, et le zinc en fragmens un peu gros. Il y a beaucoup de chaleur produite, et l'effervescence qui accompagne cette dissolution, donne lieu au dégagement d'une grande quantité de gaz nitreux. Ainsi le zinc décompose avec rapidité l'acide nitrique, et lui enlève de l'oxigène.

L'acide muriatique agit aussi sur le zinc avec beaucoup de rapidité; il le dissout avec une vive effervescence, accompagnée du dégagement d'une grande quantité de gaz hydrogène très-pur; il favorise donc fortement la décomposition de l'eau par ce métal.

De l'Étain.

L'étain pur est d'une couleur blanche, aussi belle et aussi éclatante que celle de l'argent. Sa pesanteur spécifique est de 7,29; elle varie dans différens étains, entre des limites peu étendues.

L'étain est un des plus mous des métaux. Sa qualité sonore est faible. Sa ductilité est assez grande. Il a peu d'élasticité et de ténacité. Il est un des plus dilatables des métaux par le calorique; un petit cylindre d'étain, de 162 millimètres (6 pouces) de longueur, exposé à la chaleur de l'eau bouillante, a donné à *Muschembrok*, une dilatation égale à 164. Après le mercure, l'étain est le métal le plus fusible.

L'étain est un des meilleurs conducteurs d'électricité. Aussi, sert-il souvent à garnir les conducteurs et les bouteilles de Leyde.

L'étain ne s'oxide que très-difficilement à l'air froid, quoiqu'il y perde très-promptement son éclat et sa blancheur. Si l'on fond de l'étain avec le contact de l'air, il se recouvre, du moment qu'il est liquide, d'une pellicule terne et grise. Si l'on détache cette pellicule, il s'en forme une autre, et ainsi de suite. Dans cette oxidation, l'étain devient cassant, d'apparence terreuse; et cet oxide, formé à sa surface, ne peut plus ni adhérer, ni se combiner avec la portion métallique. Lorsqu'après la fusion de l'étain, on élève sa température jusqu'à le faire rougir et le réduire en vapeur, alors il présente une véritable inflammation. Si on le chauffe ainsi en petit, sur un charbon et au feu du chalumeau, et si au moment où il commence à rougir, on le répand sur le sol, il se disperse en globules lumineux qui se meuvent quelque temps, en lançant de brillantes étincelles.

L'étain s'unit au soufre, au mercure, et à plusieurs autres métaux. Il n'agit point seul sur l'eau à froid, au moins d'une manière sensible, mais

par l'addition d'un troisième corps, il opère, dans plusieurs circonstances chimiques, la décomposition de l'eau, en absorbe l'oxigène, et en dégage l'hydrogène.

L'étain décompose facilement, à l'aide du calorique, l'acide sulfurique un peu concentré; il se dégage du gaz acide sulfureux, et le métal se trouve fortement oxidé. L'étain attaque vivement l'acide nitrique; le métal est changé en un oxide du plus beau blanc. L'acide muriatique concentré et fumant, agit sur l'étain, et c'est de tous les acides, celui qui le dissout le mieux. Cette dissolution s'opère même à froid, ou à l'aide d'une douce chaleur.

Du Plomb.

Le plomb est d'une couleur grise, peu brillante, et qui a une teinte très-sensible de bleu. Sa pesanteur spécifique est 11,352, l'eau étant 1,000... Il est le moins ductile et le moins sonore des métaux de la quatrième classe; il est facile à laminer, et il s'applatit promptement sous le marteau. Sa ténacité est très-foible.

Le plomb est très-bon conducteur du calorique, mais peu dilatable par la pénétration de ce fluide. Il se fond à une chaleur douce. Il tient le quatrième rang par rapport à la fusibilité. Il est conducteur d'électricité; mais sa conductricité n'est pas considérable. Il a une saveur âcre et désagréable, en raison de laquelle il agit probablement sur l'économie animale, d'une manière dangereuse.

Le plomb, exposé à l'air, devient d'abord gris foncé et sale, et ensuite d'un gris blanc qui forme à sa surface une véritable rouille. Si l'on fond du plomb avec le contact de l'air, il se forme à sa surface une pellicule irisée, dont la nuance jaune et dorée l'emporte cependant sur les autres couleurs dont elle est teinte, et qui bientôt fait place à un gris foncé uniforme. Si l'on enlève cette première pellicule, il s'en forme une seconde, et ainsi de suite, jusqu'à ce que tout le plomb soit converti en pellicules qui, chauffées et agitées ensuite en contact avec l'air, se changent en une poudre grisâtre, mêlée souvent de parcelles jaunes ou légèrement verdâtres. C'est là l'oxide de plomb gris, ou le premier état d'oxidation que ce métal est susceptible d'éprouver. On peut aisément le réduire, à l'aide de l'hydrogène et du carbone, et à la température rouge.

L'oxide gris de plomb, plus fortement et plus long-temps chauffé avec le contact de l'air, passe bientôt au jaune, par une nouvelle absorption de l'oxigène.

Il y a un troisième état d'oxidation du plomb; c'est celui où il prend une belle couleur rouge de feu. L'oxide de plomb rouge, connu dans les arts, sous le nom de *minium*, varie plus ou moins de couleur, depuis l'oranger clair très-éclatant, jusqu'au rouge-cerise presque foncé; on en voit, pour ainsi dire, autant de nuances, qu'il y a de manufactures diverses. On estime que cet oxide a augmenté de dix pour cent en poids, et qu'ainsi cent parties de plomb en donnent cent-dix d'oxide rouge.

L'oxide jaune et l'oxide rouge de plomb, chauffés fortement, se fondent et se vitrifient avec une grande facilité. De tous les oxides métalliques, ce sont ceux qui éprouvent le plus vite et avec le plus d'énergie, ce changement remarquable.

Le plomb s'unit au soufre et a beau-

coup de substances métalliques, telles que le bismuth, l'antimoine, le mercure, le zinc, l'étain, etc.; et ces différens alliages présentent des phénomènes différens, dont le détail appartient particulièrement à la chimie.

L'eau n'a point d'action immédiate sur le plomb, qui ne lui enlève pas l'oxigène; mais pour peu qu'elle soit aérée, ou que les deux corps soient en même temps exposés à l'air, le plomb s'oxide promptement.

L'acide sulfurique n'agit pas à froid sur le plomb, ni même à une température qui ne détermine pas l'ébullition de l'acide: de là vient qu'on tapisse de lames de plomb les chambres où l'on fait brûler du soufre dans la fabrication de l'acide sulfurique.

L'acide nitrique, un peu étendu d'eau, agit sur le plomb, l'oxide, et le dissout tranquillement, en faisant une effervescence continue et égale. S'il est trop fort, il le laisse en oxide sec; mais cet oxide est également dissoluble dans l'acide nitrique foible.

L'acide muriatique agit, quoique foiblement, sur le plomb, et l'oxide, lorsqu'on chauffe ces deux corps. Une partie de cet oxide nage dans la liqueur, une autre s'y combine. Celle-ci est peu abondante, et ne se dissout qu'à l'aide de l'excès d'acide.

Du Fer.

Le fer a une couleur blanche un peu livide, tirant sur le gris et sur le bleu. Son tissu forme de petits filets fibreux ou de petits grains et de petites lames très-serrées. Sa pesanteur spécifique varie depuis 7,600 jusqu'à 7,895. Il jouit d'une très-grande dureté: de là vient qu'il sert utilement à user, couper, limer les pierres, les bois, et surtout les autres métaux. Il est le plus élastique des métaux; et c'est sa grande élasticité qui lui a obtenu sur les autres métaux la préférence dans la fabrication des ressorts. La ductilité du fer est aussi très-considérable; on fait des fils de fer d'une très-grande ténuité; un fil de fer d'un dixième de pouce de diamètre supporte, sans se rompre, un poids de quatre cent cinquante livres.

Muschembrok a comparé la dilatabilité du fer par le calorique avec celle de plusieurs autres métaux, et il a trouvé qu'un fil de fer prenoit, par la chaleur de l'eau bouillante, une dilatation exprimée par 73, tandis qu'un fil de plomb de même volume donnoit 164; d'étain, 124; de cuivre, 84.

Le fer est un des métaux les plus infusibles: il passoit autrefois pour le plus difficile à fondre; mais il est aujourd'hui bien reconnu que le manganèse et le platine exigent une température plus élevée pour être mis en fusion.

Le fer est un des meilleurs conducteurs de fluide électrique: de là vient qu'on l'emploie dans la construction des paratonnerres. (*Voyez* PARATONNERRE.)

Le fer jouit éminemment de la propriété d'être attirable à l'aimant. On croyoit, il n'y a pas long-temps, que cette propriété lui étoit particulière; il est reconnu aujourd'hui que tous les corps de la nature la partagent: elle est si foible dans la plupart, qu'elle avoit échappé à l'activité des physiciens. Il a fallu donner à ces corps la plus grande mobilité pour rendre sensible leur propriété magnétique; et *Coulomb* y est parvenu par des ex-

périences délicates. (*Voyez* Magnétisme.)

Le fer exposé à l'air est de tous les métaux celui qui s'altère le plus. Il se convertit en rouille, se brise peu à peu en poussière jaune et se détruit à la longue. De là vient que l'oxide de ce métal est si abondant dans la nature. La propriété combustible du fer augmente beaucoup avec la température. On ne peut chauffer ce métal avec le contact de l'air, surtout jusqu'à le faire rougir, sans qu'il se brûle. Si l'on jette de la limaille de fer dans un brasier ardent, elle brûle avec des étincelles et une décrépitation très-sensibles. La même chose a lieu, lorsqu'on la fait tomber sur la flamme d'une bougie.

Le fer s'unit au soufre : d'où résulte le *sulfure de fer* ou *pyrite*. Il s'unit au carbone : d'où résulte le carbone de fer ou l'acier, suivant les proportions des composans. Beaucoup de carbone et peu de fer, forment par leur union du carbure de fer. Beaucoup de fer et peu de carbone donnent de l'acier par leur combinaison. (*Voy.* Acier.)

Le fer décompose l'eau et lui enlève de l'oxigène. Il suffit, pour s'en convaincre, de mettre du fer en limaille avec de l'eau au-dessus d'une cloche pleine de mercure, et d'exposer l'appareil à une température qui excède 15 degrés. On voit de petites bulles s'attacher aux molécules de fer; bientôt ces bulles augmentent en nombre et en grosseur, se rassemblent au-dessus de l'eau, et font baisser le mercure. Cette action dure long-temps, et le fer se trouve à la fin changé en une poudre très-noire qui a plus de volume que le fer d'où elle provient. La décomposition de l'eau par le fer est beaucoup plus rapide, lorsqu'on élève la température de ces deux corps, et surtout lorsqu'on met en contact l'eau en vapeur et le fer rouge. C'est ainsi que *Lavoisier* a confirmé l'importante découverte de la composition de l'eau. (*Voy.* le mot Eau, article qui traite de la nature de ce liquide.)

L'acide sulfurique concentré n'a presque pas d'action à froid sur le fer. Si on le fait chauffer sur ce métal, il éprouve une décomposition proportionnée à la température à laquelle on l'élève et à sa continuité; et il se dégage du gaz acide sulfureux. Si, au lieu d'acide sulfurique concentré, on jette sur de la limaille de fer cet acide étendu de deux ou trois parties d'eau, il se fait une prompte et vive effervescence, et il se dégage une grande quantité de gaz hydrogène carburé, lorsque le fer employé contient du carbone. A mesure que cette action forte et prompte s'opère entre le fer et l'eau qui accompagne l'acide sulfurique, le fer s'oxide et s'unit peu à peu à l'acide pour former du sulfate de fer.

Le fer décompose l'acide nitrique avec beaucoup d'activité. Il se dégage du gaz nitreux, et le fer s'oxide en rouge brun.

L'acide muriatique gazeux altère promptement le fer à raison de l'eau qu'il contient. On voit la limaille de fer noircir d'abord, passer ensuite à l'état d'oxide rougeâtre. Le gaz augmente un peu de volume et se trouve mêlé de gaz hydrogène; ce qui prouve que l'eau qui étoit dissoute est décomposée par le fer.

L'acide muriatique liquide, paroît attaquer d'autant plus rapidement le fer, qu'il est moins concentré. Il s'établit dès le premier contact de ces substances, une vive effervescence,

accompagnée du dégagement d'une grande quantité de gaz hydrogène.

Du Cuivre.

Le cuivre a beaucoup d'éclat; sa couleur est rouge ou rose; sa pesanteur spécifique est 7,788; elle varie suivant que le métal a été seulement fondu et coulé, ou qu'il a été battu et forgé. La dureté du cuivre est assez considérable; il tient le troisième rang, par cette propriété, dans la classe des métaux, il en est à peu près de même de son élasticité. Il occupe, sous le rapport de la ductilité, le sixième rang parmi les métaux; sa ténacité est telle, qu'un fil de cuivre d'un dixième de pouce de diamètre, soutient, sans se rompre, un poids de 299 $\frac{1}{2}$. Sa qualité sonore est supérieure à celle du fer. Sa conductibilité pour le calorique est très-grande; elle n'a pas encore été déterminée avec exactitude. Sa fusibilité a été estimée par *Mortimer*, au 1450 degrés du thermomètre de *Fahrenheit*, et par *Guyton*, à 27 degrés du pyromètre de *Weedgwood*. Le cuivre est un des meilleurs conducteurs connus d'électricité. Il s'électrise par frottement et par simple contact. Par frottement, il prend ordinairement l'électricité vitrée ou positive: par contact avec le zinc et avec les substances résineuses, il acquiert toujours l'électricité résineuse ou négative. (*Voyez* l'article Electricité.)

Le cuivre exposé à l'air froid et surtout humide, y perd promptement son éclat; il se ternit, devient brun mat, se fonce peu à peu, et finit par se couvrir d'une espèce de teinte verte assez brillante, connue sous le nom de *vert-de-gris* ou *verdet gris*. Ces effets dépendent de plusieurs causes qui se combinent pour les produire. L'oxigène de l'air commence par oxider en brun la surface du métal; l'eau favorise et accélère cette oxidation; l'acide carbonique s'unit bientôt au cuivre ainsi oxidé, et il se forme du carbone de cuivre suroxigéné. Cette altération du cuivre est plus forte et plus prompte, lorsqu'on élève la température du métal. Les tuyaux de cuivre qui servent à conduire la fumée des poëles, changent de couleur dès le premier moment qu'on les chauffe même légèrement avec le contact de l'air; ils prennent une teinte bleuâtre, orangée, jaunâtre ou brune, qui finit par être entièrement d'un brun foncé égal dans toute leur surface.

Si l'on jette du cuivre en limaille très-fine dans un foyer ardent, ou si on le fait rougir à blanc dans un creuset après l'avoir fait fondre, il brûle avec rapidité et éprouve une véritable inflammation; il donne une flamme verte très-brillante. Malgré la différence de ce genre de combustion d'avec l'oxidation lente, l'oxide qui en résulte n'offre constamment que vingt-cinq parties d'oxigène sur cent du métal; il est parfaitement semblable à celui que donne la première combustion, de manière qu'il n'existe véritablement qu'une espèce d'oxide de cuivre.

Le cuivre s'unit au soufre et à presque toutes les substances métalliques; et les alliages qu'il forme ont des propriétés plus ou moins précieuses aux arts.

Le cuivre n'a sur l'eau aucune action sensible; mais il la décompose lorsqu'il est uni au soufre.

L'acide sulfurique n'attaque le cuivre que quand il est concentré et bouil-

lant : alors le cuivre décompose cet acide; il lui enlève une partie de son oxigène, et en dégage beaucoup de gaz acide sulfureux.

L'acide sulfureux n'attaque point le cuivre. Ce métal laissé long-temps en contact et recouvert par l'acide sulfureux, ne perd, ni de son brillant, ni de son poids.

L'acide nitrique est assez rapidement décomposé par le cuivre; et cette décomposition détermine le dégagement du gaz nitreux, qu'on emploie de préférence dans les essais endiométriques. Le métal s'oxide, et se dissout dans la portion de l'acide qui n'est pas décomposée.

L'acide muriatique attaque le cuivre et le dissout, quand il est concentré et à l'aide de la chaleur; il se produit, dans l'acte de la dissolution, une foible effervescence et un léger dégagement de gaz hydrogène.

De l'Argent.

L'argent est un des plus beaux métaux que l'on connoisse. Sa couleur est blanche et son brillant extrêmement vif; sa pesanteur spécifique est 10,474 suivant *Guyton;* elle varie entre des limites peu étendues, depuis son état de fusion jusqu'à celui d'argent forgé. Sa dureté l'a fait placer entre le fer et l'or; elle augmente par l'action du marteau ou par la pression. Son élasticité est assez considérable, et il est rangé, par rapport à cette propriété, entre l'or et le cuivre. Sa sonorité est grande.

L'argent jouit d'une grande ductilité. On en fait des feuilles extrêmement minces et des fils de la plus grande ténuité. C'est sur cette étonnante extensibilité qu'est fondé l'art du batteur d'or et d'argent. (*Voyez* Divisibilité.) La tenacité de l'argent est telle, qu'un fil de ce métal d'un dixième de pouce de diamètre, soutient un poids de 270 livres sans se rompre.

L'argent est un des meilleurs conducteurs de calorique et d'électricité. Il acquiert, par frottement, l'électricité vitrée ou positive; il prend par contact avec le zinc ou avec une substance résineuse, l'électricité négative ou résineuse. (*Voyez* l'article Electricité.)

L'argent se dilate par l'action du calorique, et sa dilatabilité est un peu moindre que celle du plomb et de l'étain, mais plus grande que celle du fer. Lorsque l'argent a été dilaté par la chaleur, si on le passe au feu jusqu'à l'incandescence, il se ramollit et coule. Sa fusibilité a été estimée par *Mortimer* au millième degré du thermomètre de *Fahrenheit*. *Guyton* l'estime à 23 degrés du pyromètre de *Weedgwood*. Quand l'argent est fondu, si on en fait écouler une portion liquide, on l'obtient cristallisé en pyramides quadrangulaires ou en octaèdres. La surface de l'argent bien fondu est si brillante par la grande quantité de rayons lumineux qu'elle réfléchit, qu'on croit en voir sortir des étincelles; on voit l'argent s'élever en vapeur en bouillonnant et en s'agitant d'un mouvement circulaire quand on le tient quelque temps fondu au foyer d'un verre ardent. Si l'on expose à cette vapeur une lame d'or, elle est promptement recouverte d'une couche d'argent mat que l'on peut brunir par la pression.

L'argent pur exposé à l'air n'é-

prouve aucune altération sensible ; il devient moins vif, et un peu terne à sa surface, mais sans s'oxider. Il s'oxide avec le contact de l'air à l'aide d'une très-forte chaleur d'après les expériences de *Darcet* et *Macquer*. *Van-Marum* a fait passer par un fil d'argent une forte décharge électrique ; subitement le fil a été réduit comme en poussière, en répandant une flamme blanche un peu verdâtre, et l'oxide qui s'est formé dans l'acte de la combustion s'est présenté sur le papier auquel étoit attaché le fil d'argent sous forme de poussière très-fine, d'un gris verdâtre. Si l'on combine des lames d'argent avec des plaques de zinc dans la construction des piles électriques, l'oxidation de l'argent, quoique moins forte que celle du zinc, se manifeste de la manière la moins équivoque.

L'argent s'unit facilement au soufre et au phosphore ; il s'unit à toutes les substances métalliques, et forme différens alliages, dont le plus utile est celui qu'il forme avec le cuivre. Celui-ci donne à l'argent plus de dureté qu'il n'en a naturellement, et le rend ainsi plus propre à la fabrication des vases, des monnoies, etc. Cet alliage jouit de plusieurs propriétés remarquables. 1°. La dureté de l'argent est diminuée, quoique sa fermeté et sa dureté augmentent ; 2°. l'alliage a la couleur blanche de l'argent, quoiqu'il contienne une quantité considérable de cuivre ; en sorte que celui-ci est enveloppé de manière qu'il ne devient sensible que par des opérations chimiques très-compliquées. *Newton* conjecturoit que les particules des métaux blancs ont plus de surface que celles des métaux jaunes ou rouges, et qu'étant en même temps très-opaques, elles recouvrent le cuivre sans permettre à la couleur de ce métal de percer à travers la leur.

L'argent et l'eau n'exercent aucune action l'un sur l'autre à quelque température qu'on les élève, et quelle que soit la durée de l'action de la chaleur.

L'acide sulfurique n'attaque point l'argent à froid ; mais en faisant bouillir trois ou quatre parties de cet acide concentré sur une partie d'argent en limaille, il y a effervescence, dégagement de gaz acide sulfureux, et le métal est changé en une poudre blanche qui se dissout entièrement dans l'eau aiguisée d'un peu d'acide sulfurique ; il se forme ainsi du sulfate d'argent.

L'acide sulfureux n'a aucune action sur l'argent ; mais son oxide s'y combine avec facilité.

L'acide nitrique est regardé à juste titre comme le véritable dissolvant de l'argent. Si l'on plonge dans cet acide ni trop ni trop peu concentré de l'argent en lames, il y a effervescence, dégagement de gaz nitreux, l'argent s'oxide et se dissout à mesure dans une portion d'acide.

Il n'y a point d'action entre l'argent et l'acide muriatique ; mais l'argent agit sur l'acide muriatique oxigène. Il s'oxide en lui enlevant une partie de son oxigène, le fait passer à l'état d'acide muriatique, et s'unit ensuite avec lui pour former du muriate d'argent.

De l'Or.

L'or est un des plus beaux et des plus brillans des métaux. Sa couleur

jaune n'est pas constante : on en distingue de jaune-blanc, de jaune-pâle, de jaune-vert et de jaune-rouge. Mais il est probable que ces différentes nuances de couleur, ont pour cause la présence de quelques métaux qui altèrent l'homogénéité de l'or. Après le platine, l'or est le plus pesant de tous les corps connus. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau distillée à peu près dans le rapport de 19 à 1. Il est peu sonore, peu élastique, et quant à la dureté, il ne tient que le cinquième rang parmi les métaux.

La ductilité de l'or est une de ses propriétés les plus remarquables. Une once de ce métal peut dorer un fil d'argent de 444 lieues; un grain d'or aplati en feuilles, peut couvrir une surface de plus de 1400 pouces carrés. (*Voyez* le mot DIVISIBILITÉ.)

L'or est bon conducteur du calorique et du fluide électrique. On n'a point encore déterminé exactement cette propriété, non plus que sa dilatabilité par l'action du feu, quoiqu'on sache en général qu'elle suit de près la raison de sa fusibilité.

L'or n'a ni saveur ni odeur; sa ténacité est supérieure à celle de tous les autres métaux. Un fil d'or d'un dixième de pouce de diamètre, soutient, sans se rompre, un poids de 500 livres.

De tous les métaux connus, l'or est le plus inaltérable par le contact de l'air; il est le seul qui y conserve son éclat, son brillant, sa couleur et sa pureté. Quelque forte et quelque durable que soit la chaleur des fourneaux à laquelle on tient l'or fondu, elle n'est point suffisante pour l'altérer et en convertir même une parcelle en oxide; il faut, pour produire son oxidation, l'exposer, à l'exemple de *Macquer* et *Homberg*, au foyer d'une très-forte lentille, ou lui faire éprouver, comme l'a fait *Van-Marum*, l'influence d'une forte décharge électrique. Dans le premier cas on voit l'or fumer, se réduire en vapeur et se couvrir d'un oxide vitrifié violet : dans le second il se change en une poussière violette qui est un véritable oxide d'or.

L'or s'unit à la plupart des substances métalliques, et forme avec elles des alliages dont le plus utile est celui qu'il forme avec le cuivre. Cet alliage est celui de tous qui donne le plus de fermeté et de dureté à l'or, trop mou par lui-même, pour être employé seul et pur aux fabrications auxquelles on le destine. *Mussembrok* a fait une suite d'intéressantes recherches sur les alliages de l'or et du cuivre. Suivant lui, la proportion qui donne à l'or la plus grande fermeté sans diminuer sensiblement sa ductilité, c'est celle d'une partie de cuivre sur sept d'or. Cet alliage est plus fusible que l'or; aussi sert-il spécialement à souder les pièces de ce dernier métal les unes avec les autres. Quand on veut purifier l'or et le séparer entièrement du cuivre qu'il contient, on le traite par la coupellation avec le plomb. Ce dernier métal, en s'oxidant et se vitrifiant, entraîne facilement le cuivre qui s'oxide en même temps et se combine avec le verre de plomb, qui le fait passer dans les pores de la coupelle. On emploie aussi quelquefois le nitrate de potasse, qu'on jette sur le métal allié en fusion; mais ce procédé n'extrait que très-difficilement tout le cuivre qui se trouve uni à l'or. *Brisson* a trouvé que dans l'alliage d'or et de cuivre, la pesanteur spécifique du mélange étoit supérieure à la somme des

pesanteurs spécifiques des deux métaux séparés. Ainsi l'or contenant une partie de cuivre sur onze parties d'or, donne pour pesanteur spécifique, 17,486, tandis que la somme des pesanteurs spécifiques des deux métaux séparés est de 17,153 à peu près.

L'or n'exerce aucune action sur l'eau, à moins que ces deux corps n'éprouvent en même temps l'influence d'une décharge électrique. Alors même ce n'est point l'or qui opère la décomposition de l'eau, c'est le fluide électrique qui détermine la séparation de ses deux élémens, dont l'un l'hydrogène se dégage, tandis que l'autre l'oxigène s'unit au métal et l'oxide.

L'acide sulfurique le plus concentré, n'exerce même, à l'aide de la plus forte chaleur, aucune action sur l'or.

L'acide nitrique très-concentré attaque l'or, et il le dissout d'autant mieux qu'il contient plus de gaz ou plutôt une plus grande quantité d'oxide nitreux. *Deyeux* qui a fait cette observation, pense que l'acide nitrique agit alors sur l'or comme une espèce d'acide nitro-muriatique qui, comme nous allons le voir, est son véritable dissolvant.

L'acide muriatique n'a aucune action ni sur l'or, ni sur son oxide pourpre, mais l'acide muriatique oxigéné l'oxide très-promptement et le dissout : dès qu'on plonge des feuilles d'or dans du gaz acide muriatique oxigéné, l'or se ternit, sans cependant passer à la couleur violette; mais il arrive rapidement à l'état d'oxide jaunâtre; quand il est devenu ainsi jaunâtre par l'union de l'oxigène, l'acide muriatique, à l'aide de l'eau contenue dans le gaz acide muriatique oxigéné, se condense en gouttelettes jaunes qui coulent sur les parois du vase où l'on a fait l'expérience. Si l'on ajoute un peu d'eau, on a une dissolution complète. Si l'on jette de l'or très-divisé et en feuilles dans de l'acide muriatique oxigéné liquide, ce métal disparoît à l'aide de la plus légère agitation; il se dissout sans mouvement et sans effervescence; il colore la liqueur en beau jaune et la sature. S'il y a de l'argent dans l'or, la plus petite quantité devient sensible, par la formation du muriate d'argent qui se dépose en petits flocons.

Si l'acide nitrique qui ne dissout l'or que difficilement et en petite quantité, est mêlé à de l'acide muriatique qui ne le dissout jamais seul, l'acide mixte que forme ce mélange, attaque l'or avec une grande activité. Cela vient de ce que la base de l'acide nitrique, tenant peu à l'oxigène, en cède à l'acide muriatique, qui, passant à l'état de gaz acide muriatique oxigéné, acquiert la propriété de dissoudre cette substance métallique.

Du Platine.

Le platine pur a une couleur blanche, tirant un peu sur le gris de fer. Quand il est bruni il tire sur le noir; ses parties mattes sont un peu grises et un peu ternes. Il est le plus dense et le plus lourd de tous les corps connus. Quand il est foiblement battu, sa pesanteur spécifique est 20,850; quand il est fortement écroui, elle va, suivant *Borda*, jusqu'à 20,980. *Guyton* lui donne le second rang parmi les métaux, par rapport à la dureté. Son élasticité est assez forte; sa ductilité est considérable. Quoiqu'il soit assez difficile à traiter, on le réduit en fils très-fins et en feuilles très-minces. *Guyton* lui donne le second parmi

les métaux, sous le rapport de la ductilité; *Guyton* qui a fait beaucoup d'expériences pour apprécier sa ténacité, lui donne le troisième rang; il le place après le fer et le cuivre, avant l'argent et l'or. Il a trouvé que des fils de ces cinq métaux, tirés à la même filière et de deux millimètres (environ une ligne) de diamètre, portoient le poids suivant sans se rompre :

Fer	249,659 kilog.
Cuivre.	137,399
Platine.	124,690
Argent.	85,062
Or.	68,216

Le platine est très-bon conducteur du calorique et du fluide électrique. *Borda* a trouvé que sa dilatation est de $\frac{1}{1000}$ pour un degré du thermomètre de *Réaumur*, et de $\frac{1}{1800}$ pour un degré du thermomètre centigrade. C'est de tous les métaux le moins traitable au feu et le plus difficile à fondre. *Guyton* estime sa fusibilité à $160 + x$; c'est-à-dire, à un degré encore inconnu ou supérieur à la dernière limite du pyromètre de *Weedgwood*.

Le platine exposé à l'air, n'éprouve aucune altération, ni dans sa couleur ni dans son brillant, même lorsqu'on augmente beaucoup sa température. Cependant *Macquer* a observé que des grains de platine natif, fortement rougis dans un creuset au feu de verrerie, prenoient, en refroidissant dans l'air, une couleur terne, et augmentoient de poids. *Van-Marum* a prouvé que des fils de platine s'enflammoient dans l'air, par l'influence d'une décharge électrique, et s'y dispersoient en une poussière qui étoit un véritable oxide de platine.

Le platine n'a aucune action sur l'eau. L'acide sulfurique le plus concentré ne l'attaque en aucune manière, à l'aide de la plus forte chaleur.

Il en est de même de l'acide nitrique, et si l'acide nitreux paroît susceptible de l'attaquer légèrement comme il le fait sur l'or, c'est beaucoup moins sensiblement que dans ce dernier métal.

L'acide muriatique n'agit pas sur le platine; mais il se combine très-bien avec l'oxide de ce métal.

L'acide muriatique oxigéné liquide agit promptement sur le platine, à la température de 15 ou 20 degrés du thermomètre de *Réaumur*. L'oxidation et la dissolution du platine ont lieu sans effervescence sensible.

L'acide muriatique mêlé d'acide nitreux agit bien plus fortement et plus rapidement sur le platine que l'acide muriatique oxigéné. Ici comme dans la dissolution de l'or par le même réactif, c'est l'acide nitreux qui, aidé par la forte attraction de l'acide muriatique pour l'oxide de platine, cède son oxigène au métal et le rend dissoluble dans cet acide.

Nous avons parlé jusqu'ici des métaux connus par des propriétés nombreuses et bien constatées. Il en est d'autres, nouvellement découverts, dont l'existence est encore équivoque, ou du moins dont les propriétés connues ne sont ni assez nombreuses, ni assez bien constatées, pour pouvoir les soumettre à une classification exacte. Tels sont le colombium, le tantale, le cérium, le niccolane, etc.

Du Colombium.

Le colombium a été découvert par

Hatchet dans un minéral qui avoit été envoyé à *Hanssloane*, avec divers échantillons de mine de fer de Massachusset.

Ce minéral est de couleur grise tirant sur le noir, et a quelques traits de ressemblance avec le chromate de fer.

On le décompose par le moyen du carbonate de potasse et de l'acide muriatique, qu'on fait agir alternativement; l'acide carbonique est chassé; l'acide muriatique s'empare du fer, et la potasse se combine avec l'acide du *colombium*; on l'en sépare à l'aide de l'acide nitrique; il se forme alors un précipité blanc, floconeux et abondant qui est l'acide de ce métal.

L'acide muriatique le dissout quand il est nouvellement précipité. L'acide sulfurique ne parvient à le dissoudre qu'à l'aide de la chaleur; l'acide nitrique ne s'y combine point.

Le prussiate de potasse donne un précipité vert-olive; et la teinture de noix de galle, un précipité de couleur orangée; le zinc donne un précipité blanc: il est dissoluble dans les alcalis caustiques, et le précipité blanc reparoît par l'addition d'un acide.

L'hydro-sulfure d'ammoniaque versé dans cet acide, donne un précipité couleur chocolat.

Il rougit le papier bleu.

D'après ces propriétés, le colombium est un métal acidifiable, dont la réduction est très-difficile. *Hatchet* lui a donné le nom de colombium en mémoire de *Colomb*, qui a découvert le nouveau monde, où il paroît que ce métal a pris naissance.

Du Tantale.

Le tantale dont on doit la découverte à *Ekeberg*, se distingue par les propriétés suivantes, 1°. il est insoluble dans les acides, à quelqu'état qu'on le prenne, et quelque moyen qu'on emploie; 2°. les alcalis l'attaquent et en dissolvent une assez grande quantité, qu'on peut ensuite en précipiter par les acides; 3°. l'oxide de ce métal est blanc et ne prend jamais de couleur par le feu; 4°. sa pesanteur spécifique, quand il a été rougi, est de 6,500; 5°. il se fond dans le phosphate de soude et dans le borax, sans leur communiquer de couleur; 6°. l'oxide de tantale, chauffé dans la poussière de charbon, s'agglutine et se soude: il présente alors un aspect métallique, une cassure brillante d'un gris noirâtre; 7°. les acides l'oxident et le réduisent en une poudre blanche comme elle étoit auparavant.

Le brillant métallique que prend cette substance par le contact du charbon, et à l'aide de la chaleur, ainsi que sa pesanteur spécifique, ont engagé *Ekeberg* à la classer parmi les métaux. Il s'est assuré que ce métal ne ressemble à aucun des métaux connus. Les seuls avec lesquels il lui ait trouvé quelques rapports, sont l'étain, le tungstène et le titane; en effet, les deux premiers donnent des oxides solubles, comme le sien dans les alcalis fixes, et résistent à l'action de quelques acides; mais l'oxide d'étain est facile à réduire et fournit un métal ductile; l'oxide de tungstène se dissout dans l'ammoniaque, devient jaune par les acides, et communique une couleur bleue au borax et au sel d'urine, ce qui n'a pas lieu avec l'oxide de tantale; l'oxide de titane est soluble dans les acides, quand il a été divisé par les alcalis, et il communique une couleur d'hyacinthe au borax.

Du Cérium.

Le cérium oxidé, réduit en pâte avec de l'huile de lin, et chauffé dans un creuset, donne une poudre fine, qui présente des parties brillantes, et tache le papier en noir. Cette poudre a toutes les qualités métalliques, et forme un nouveau métal, auquel on a donné le nom de *cérium*. Ce métal se dissout dans tous les acides, et forme différens sels. (*Journal de physique, nivôse an* 13, *page* 63.)

Du Niccolane.

Richter conjecturoit depuis long-temps que les mines de cobalt de Saxe, dont on retire du fer, du cuivre, du nickel, de l'arsenic, et du cobalt, contenoient encore quelqu'autre substance métallique, parce que le nickel purifié par la voie humide, ne donnoit jamais un culot métallique, mais étoit toujours en rognons. Il prit une demi livre d'oxide de nickel purifié le mieux possible, qu'il exposa avec du charbon dans un creuset à différens degrés du feu, dont le dernier étoit un feu de porcelaine qui dura dix-huit heures. Le creuset cassé, il trouva un culot métallique bien fondu. Ce métal étoit différent du nickel. Il avoit une couleur grise d'acier, qui tiroit un peu sur le rouge; sa dureté étoit assez considérable; il s'étendoit sous le marteau. Toutes ces propriétés étoient un peu différentes de celles du nickel; mais il en a d'autres qui lui sont communes; c'est pourquoi *Richter* lui a donné le nom de *niccolane*.

1°. Sa pesanteur spécifique est 8,550.

2°. Il fond plus facilement que le nickel.

3°. L'acide nitrique le dissout plus facilement que le nickel.

4°. Ils ont l'un et l'autre la propriété magnétique; mais elle est plus forte dans le nickel.

5°. Le niccolane est moins malléable que le nickel.

6°. Les dissolutions de niccolane sont vertes, mais à un moindre degré que celles du nickel.

7°. Les dissolutions par les acides du niccolane, privées d'eau, sont rougeâtres, et celles du nickel sont chamois.

8°. La couleur du carbonate de niccolane est d'un vert bleuâtre, tirant sur le gris; celle du carbonate du nickel est bleue.

Toutes les propriétés du nickel diffèrent donc jusqu'à un certain point de celles du niccolane. C'est pourquoi *Richter* pense qu'on doit les regarder comme deux substances métalliques particulières. (*Journal de physique, thermidor an* 13, *page* 149 *et suivantes.*)

C'est au temps qu'il faut s'en remettre pour constater ces découvertes, et pour fixer nos incertitudes sur le nombre des métaux nouveaux qui se trouvent alliés au platine. Si l'on s'en rapportoit aux résultats annoncés jusqu'ici, il y auroit, outre du fer, du cuivre, du chrome, et du plomb, le métal découvert l'année dernière par *Fourcroy* et *Vauquelin*, deux autres qu'y a trouvés *Tennant*, et qu'il a nommés *iridium*, *etsomium*, et deux encore découverts par *Wollaston*, et nommés *rohodium* et *palladium*.

MÉTAUX (Alliage des) *Voyez* ALLIAGE DES MÉTAUX.

MÉTÉORES. On a donné ce nom à tous les phénomènes qui prennent naissance dans l'atmosphère. On en distingue de plusieurs sortes.

Les uns consistent dans des oscillations plus ou moins fortes du fluide atmosphérique, déterminées par une rupture d'équilibre entre les colonnes qui les composent. On les appelle *météores aériens*. (*Voy.* Vents.) D'autres sont dus à l'abandon que fait l'air des molécules aqueuses qu'il a la propriété de dissoudre, et qui se précipitent par une diminution de pression ou de température, tantôt sous forme fluide, tantôt sous forme concrète, suivant les circonstances. On les nomme *météores aqueux*. Cette classe comprend les phénomènes de la pluie, de la neige, de la grêle, de la rosée, des brouillards, etc. (*Voyez* ces différens mots.)

Plusieurs phénomènes atmosphériques sont dus à l'action que des molécules aqueuses dispersées dans l'atmosphère, exercent sur les rayons solaires qu'elles réfractent ou réfléchissent suivant les circonstances. Ils ont reçu le nom de *météores lumineux*. Tels sont l'arc-en-ciel, les parhélies, les couronnes. (*Voyez* Arc-en-ciel, Couronne et Parhélie.)

Enfin une quatrième classe embrasse les phénomènes atmosphériques qui se présentent avec les caractères qui distinguent la combustion. Ils portent le nom de *météores ignés ou enflammés*. Tels sont les feux follets, les étoiles tombantes, les éclairs, la foudre, les aurores boréales, etc. (*Voy.* ces différens mots.)

MÉTÉORITES ou PIERRES TOMBÉES DU CIEL. (*Voy.* Pierres tombées du ciel.)

MÉTÉOROLOGIE. Science des météores, c'est-à-dire, qui a pour objet d'expliquer leur origine, leur formation, leurs différentes espèces, leurs apparences, etc. (*Voy.* Météores.)

MÉTÉOROLOGIQUE. On donne cette épithète à tout ce qui a rapport aux météores, et en général aux changemens quelconques qui arrivent dans l'atmosphère. Ainsi l'on appelle *observations météorologiques*, toutes celles qui ont pour objet les différentes espèces de météores. Ainsi l'on nomme *instrumens météorologiques* ceux qui sont destinés à faire connoître l'état de l'atmosphère, par rapport à la chaleur, au poids, à l'humidité, etc. Tels sont le thermomètre, le baromètre, l'hygromètre, etc. (*Voyez* ces mots.)

MICROCOUSTIQUE. On appelle ainsi les instrumens propres à augmenter le son. Tel est, par exemple, le porte-voix. (*Voyez* Porte-voix.)

MICROGRAPHIE. Terme de physique. Description des objets tellement petits, qu'on ne peut les voir qu'à l'aide d'un microscope. (*Voyez* Microscope.) Nous devons au docteur *Hook* un ouvrage qui a pour titre : *Micrographie*.

MICROPHONE. On connoît sous ce nom les instrumens propres à augmenter les petits sons, comme les microscopes augmentent la grandeur apparente des objets.

MICROSCOPE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie méridionale du ciel, qui est située au-dessous du Capricorne et au-dessus de l'Indien, entre le Sagittaire et le Poisson austral. C'est une des quatorze nouvelles constellations formées par *Lacaille*, d'a-

près les observations qu'il fit pendant son séjour au cap de Bonne-Espérance. Il a donné une figure très-exacte de cette constellation dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. 20. Elle est composée d'un tuyau placé au-dessus d'une boîte carrée.

Les étoiles qui, dans cette constellation, forment le tuyau, sont les seules qui puissent se montrer sur notre horizon : celles qui composent la boîte carrée ont une déclinaison méridionale trop grande pour pouvoir jamais se lever à notre égard.

MICROSCOPE. Terme d'optique. Instrument qui, à la faveur d'une ou plusieurs lentilles combinées ensemble, rend sensible à la vue d'une manière très-distincte, des objets qui, sans son secours, échappent par leur extrême ténuité, à l'activité de nos regards.

On distingue deux sortes de microscopes, le simple et le composé. (*Voy.* MICROSCOPE SIMPLE et MICROSCOPE COMPOSÉ.)

MICROSCOPE SIMPLE. Le microscope simple est formé d'une seule lentille très-convexe MN (*fig.* 90, *pl.* 12). On la présente à un objet OB, de manière que le foyer qui est sur son axe, tombe sur le point O que l'on veut considérer. Les rayons partant de ce point pour traverser la lentille, en sortent parallèles, et conséquemment propres à former une image de ce même point dans un œil bien organisé et dans un œil presbyte, situé à une distance quelconque, sur leur direction, ou même dans un œil myope, pourvu que le point O soit situé un peu en-deçà du foyer de la lentille. Le point B de l'objet OB, assez voisin de l'axe de la lentille pour être censé à son foyer, envoie aussi des rayons qui sortent de la lentille, sensiblement parallèles entr'eux, mais d'autant plus inclinés à l'axe, que la convexité de la lentille est d'une plus petite sphère, ou que son foyer est plus court. C'est pourquoi, en plaçant l'œil à une très-petite distance de la lentille vers le point *o* de cet axe, par où passe le rayon principal BC; on verra distinctement l'objet OB sous l'angle B*o*O, qui fera paroître cet objet d'autant plus gros, qu'il est situé plus en-deçà de la partie ordinaire de la vue.

A la place d'une lentille, on peut se servir d'une petite sphère de verre, qu'il est aisé de former, en faisant fondre un petit morceau de glace à la flamme d'une mèche imbibée d'alcool, pour éviter l'inconvénient de la fumée qui, se mêlant avec le verre en fusion, rend les globules opaques.

On peut encore faire une espèce de microscope avec une boule de verre pleine d'eau; elle fait à peu près le même effet qu'une petite sphère d'eau parce que l'épaisseur du verre étant très-petite, et formée d'ailleurs de deux surfaces concentriques, la réfraction se fera à peu près comme si la base étoit toute d'eau.

Dans les microscopes, les objets paroissent d'autant plus grossis que les lentilles objectives sont d'un foyer plus court. La quantité dont un objet paroît grossi, lorsqu'on le voit à la faveur d'un microscope simple, est relative à la distance à laquelle on voit l'objet par le microscope, comparée à la distance de l'objet vu à la vue simple : d'où il résulte que si, à l'aide d'un microscope, l'on peut voir un objet 500 fois plus près qu'à la vue simple, son diamètre sera vu 500 fois plus grand.

Henri Baker a formé un tableau qui présente en nombres la quantité dont un objet est grossi, lorsqu'on le voit au travers des lentilles qu'on a coutume d'employer dans les microscopes simples. Il me paroît utile de le mettre sous les yeux de mes lecteurs.

Tableau qui présente la force des verres convexes qu'on emploie dans les microscopes simples, suivant la distance de leur foyer, calculée sur une échelle d'un pouce (27 millimètres), divisé en cent parties, en supposant la vue simple à la distance de 8 pouces (214 millimètres).

Foyer de la lentille.		Augmentation du diamètre de l'objet.	Augmentation de la surface de l'objet.	Augmentation du cube de l'objet.
50	Centièmes d'un pouce.	16 fois.	256 fois.	4096 fois.
40		20	400	8000
30		26	676	17576
20		40	1600	64000
15		53	2809	148877
14		57	3249	185193
13		61	3721	226981
12		66	4356	287496
11		72	5184	373248
10		80	6400	512000
9		88	7744	681472
8		100	10000	1000000
7		114	12996	1481544
6		133	17689	2352637
5		160	25600	4096000
4		200	40000	8000000
3		266	70756	18821096
2		400	160000	64000000
1		800	640000	512000000

Si nous supposons que le foyer d'une lentille convexe est éloigné du centre de la lentille de la dixième partie d'un pouce, il est visible que, puisque 8 pouces contiennent quatre-vingt dixièmes d'un pouce, l'objet paroîtra à travers cette lentille, quatre-vingt fois plus long, et quatre-vingt fois plus large qu'il ne paroît à la vue simple; et conséquemment que sa surface paroîtra 6400 fois plus grande, et que son volume apparent sera exprimé par 512000.

Il suit de là que, pour savoir quelle

est la force d'une lentille daos le microscope simple, il suffit de connoître la distance de son vrai foyer à son centre; ce qo'on obtient aisément, parce que la lentille est à cette distance de l'objet, lorsque l'objet paroît parfaitement distinct et bien terminé. Alors, à l'aide d'un compas, on mesure exactement la distauce entre le centre de la lentille et l'objet qu'on examine; on applique ensuite le compas sur nne échelle où le pouce est divisé en centièmes, et l'on trouve facilement combien cette distance contient de parties d'un pouce. Ce point étant. counu, on cherche combien de fois ces parties sont contennes daus 8 pouces, et l'on sait combien de fois le diamètre est grossi. En carrant re diamètre, on a la surface; et en multipliant la surface par le diamètre, on a le volume. Le tableau précédent renferme ce calcul tout fait.

Il ne suffit point de connoître la force des lentilles des microscopes; il faut encore trouver quelle est la grandeur réelle des objets qu'on examine, lorsqu'ils sont excessivement petits; car, quoique nous sachions qu'ils sont grossis tant de mille fois, cette connoissance nepent nous faire apprécier avec exactitude leur véritable grandeur. Pour en conclure quelque chose de certain, il faut comparer l'objet microscopique à nn objet plos grand, dont les dimensions nous soient parfaitement conoues. On a imaginé différens procédés pour effectuer cette comparaison.

Leuwenhoëk comparoit de la manière suivante la grandeur des petits animaux qui nagent dans nn fluide, à la grosseur d'un grain de sable. Il observoit avec son microscope un grain de sable, tel que cent de ces grains, placés bout à bout, forment la longueur d'on pouce; observant ensuite un petit animal qui étoit à son voisinage, et le mesurant attentivement des yeux, il concluoit que le diamètre de ce petit animal étoit, par exemple, moindre que la douzième partie du diamètre du grain de sable, et que, conséquemment la surface du grain de sable étoit 144 fois, et la solidité 1728 fois plus grande que celle de ce petit animal.

Je passe sous silence plosieurs autres méthodes plus composées. Je finirai par remarquer que l'aire visible, le champ de la vue, ou la portion d'un objet vn à l'aide du microscope, est en proportion du diamètre et de l'aire de la lentille dont on fait usage, et de sa force; car si la lentille est extrêmement petite, elle grossit considérablement, et conséquemment on ne peut distinguer par son moyen, qu'une très-petite portion de l'objet: ainsi on doit employer la plus forte lentille pour les plus petits objets, et toujours proportionnellement. Sans donner ici des règles compliquées sur le champ des objets vus par chaque lentille, il me suffira de dire que cette aire diffère peu de la grandeur de la lentille dont on fait usage, et que si le volume d'nn objet surpasse de beaucoup le volume de la lentille, elle ne peut servir à faire voir l'objet.

MICROSCOPE COMPOSÉ. Le microscope composé est formé de plusieurs lentilles convexes, dont nne qui sert d'objectif MN, (*fig.* 91, *pl.* 12) est d'un foyer très-court: on place un objet OB un peu au-delà, afin que son image soit éloignée et grossie à proportion: on place ensuite le foyer

d'un oculaire au lieu où est cette image, afin de la voir distinctement.

D'après cette construction, il est aisé de voir, 1°. que la distance de l'image à la lentille objective doit beaucoup varier, pour peu que celle de l'objet varie; et comme il est difficile de s'assurer de placer un objet dans une situation fixe, ou à une distance donnée, il faut, dans l'usage de ce microscope, avancer ou reculer l'oculaire, jusqu'à ce qu'on voie distinctement l'image de l'objet; 2°. que l'objet paroît d'autant plus gros, que son image *ob* est plus éloignée de l'objectif MN, et qu'étant vue à l'aide de l'oculaire, elle est plus en-deçà de la portée ordinaire pour être vue distinctement à la vue simple; 3°. que la grandeur apparente de l'objet doit varier à proportion qu'on l'éloigne de l'objectif; puisque l'image *ob* s'en rapproche à proportion, et que ses dimensions diminuent.

On place ordinairement un oculaire entre l'objectif MN, et l'image *ob*, afin qu'elle se forme beaucoup plus près de l'objectif, et que conséquemment le tuyau du microscope devienne plus court. On agrandit beaucoup, par ce moyen, le champ du microscope.

Au lieu d'un ou de deux oculaires seulement, on en emploie quelquefois un plus grand nombre. Les microscopes de *Delbarre*, composés d'un objectif et de cinq oculaires, produisent des effets étonnans, qui lui ont jusqu'ici mérité et obtenu la préférence.

Il y a ordinairement six lentilles objectives de rechange, dont voici les foyers et les ouvertures pour chacune d'elles.

	Foyer.	Ouverture.
1ere.	1 ligne.	$\frac{1}{5}$ de ligne.
2.	2	$\frac{1}{3}$
3.	4	$\frac{1}{2}$
4.	6	$\frac{2}{3}$
5.	8	1
6.	12	1

MICROSCOPE SOLAIRE. Le microscope solaire, que nous devons à *Liéberkuyn*, de l'académie royale de Prusse et de la société de Londres, est un instrument à la faveur duquel on voit en grand, dans une chambre bien fermée et bien obscure, les images de très-petits objets vivement éclairés par le soleil. Ce microscope est composé d'un miroir plan disposé au-dehors du volet d'une fenêtre de la chambre obscure, et susceptible de se mouvoir en deux sens; l'un pour l'opposer au soleil, et pour lui faire suivre l'arc que cet astre parcourt pendant la durée de l'expérience; l'autre pour l'incliner convenablement, et de manière qu'il réfléchisse la lumière solaire dans un tube ajusté à l'orifice fait au volet de la fenêtre. A l'origine de ce tube, est une lentille convexe qui rassemble les rayons que le miroir lui envoie, et qui les concentre sur les objets qu'on fait passer sous un ressort placé à l'extrémité du même tube. Au-delà de ces objets, se trouve une lentille, qui s'approche ou s'éloigne de l'objet dont l'image vient se peindre sur un plan blanchi, ou sur un chassis garni de gaze, qu'on oppose à quelques pas de distance dans l'intérieur de la chambre.

Le microscope solaire a le précieux avantage d'augmenter à volonté les dimensions des images, en augmentant la distance du plan sur le-

quel elles viennent se peindre, et en faisant varier la distance respective des deux lentilles. C'est ce qui le rend propre à dessiner commodément les objets, et de telle grandeur que l'on désire.

La lanterne magique dont *Kirker* est l'inventeur, ressemble beaucoup, soit par sa construction, soit par ses effets, au microscope solaire. La lumière y a une marche semblable, et ses rayons vont de même peindre en grand, sur un plan blanchi, des objets peints sur des lames de verre. (*Voy.* LANTERNE MAGIQUE).

MIDI. C'est le moment où le centre du soleil se trouve dans le méridien.

On appelle *midi vrai* le temps où le soleil est réellement au méridien, et *midi moyen* le temps où il seroit midi si le soleil avoit un mouvement uniforme dans l'écliptique, et que l'écliptique coïncidât avec l'équateur. (*Voyez* EQUATION DU TEMPS et EQUATION DE L'HORLOGE.) Il y a toujours la même distance du *midi moyen* d'un jour quelconque au *midi moyen* du jour suivant; mais la distance du *midi vrai* d'un jour au *midi vrai* du suivant est continuellement variable.

MIDI. L'un des quatre points cardinaux qui divisent l'horizon en quatre parties égales. C'est le point de l'horizon qui est coupé par le méridien du côté du pole *sud*; c'est pourquoi l'on donne encore à ce point le nom de *sud*.

On nomme aussi *midi* la région du ciel vers laquelle se trouve le soleil au milieu du jour dans nos régions boréales.

MILIEU. Les physiciens appellent *milieu* des corps quelconques qui prêtent passage à d'autres corps. Le fluide atmosphérique est le *milieu* dans lequel nous sommes sans cesse plongés. L'eau est le milieu dans lequel se meuvent les poissons et plusieurs autres animaux. Les corps transparens, soit solides, soit fluides, tels que le verre, l'eau, etc. sont les milieux au travers desquels se meut le fluide lumineux.

Tous les milieux opposent au mouvement des corps qui les traversent une résistance que nous apprécions article résistance des milieux. (*Voy.* RÉSISTANCE DES MILIEUX.)

MILIEU RÉFRINGENT. Substance qui prête passage à un corps, mais qui le fait changer de direction lorsqu'il se présente obliquement à sa surface.

Tous les corps, à l'exception du fluide lumineux, lorsqu'ils passent obliquement d'un milieu dans un autre plus dense, se réfractent en s'éloignant de la perpendiculaire à la surface qui sépare les milieux, et en s'approchant de la perpendiculaire si le nouveau milieu est moins dense. C'est ce nouveau milieu qu'on appelle *milieu réfringent*. (*Voyez* RÉFRACTION.)

A l'égard du fluide lumineux, il se réfracte en sens contraire des autres corps, c'est-à-dire, qu'il s'approche de la perpendiculaire lorsqu'il passe obliquement d'un milieu plus rare dans un milieu plus dense, et qu'il s'en éloigne quand il passe obliquement d'un milieu plus dense dans un milieu plus rare. (*Voyez* RÉFRACTION DU FLUIDE LUMINEUX.)

MINÉRAUX. Ce mot étoit autrefois consacré à désigner les substances

salines, les substances sulfureuses et les substances métalliques; on l'emploie aujourd'hui à exprimer généralement tous les corps qui composent l'écorce de la terre, et qui s'étendent depuis le sommet des montagnes jusqu'aux plus grandes profondeurs où nous puissions parvenir.

Les corps étrangers qui s'y trouvent enfouis, et qui ont appartenu aux règnes organisés, ont reçu le nom de *fossiles*.

Les minéraux se divisent principalement en trois classes; savoir, les terres, les sels et les substances combustibles.

Les terres sont insipides, insolubles dans l'eau et incombustibles.

Les sels sont sapides, solubles dans l'eau et incombustibles.

Les substances combustibles sont insipides, insolubles dans l'eau; mais en vertu de leur attraction pour l'oxigène, elles brûlent par le contact de l'air à une plus ou moins haute température.

MIOPE. (*Voyez* Myope.)

MIROIR. On appelle *miroir* un corps quelconque dont la surface est polie au point de réfléchir régulièrement le fluide lumineux. Ce sont ordinairement des substances métalliques ou des glaces étamées qui servent à la fabrication des miroirs. Les miroirs de glace sont employés plus fréquemment, parce qu'ils sont d'un poli plus beau et plus durable; mais ils donnent presque toujours deux images du même objet; c'est pourquoi on leur préfère les miroirs métalliques dans la construction des télescopes, et en général de tous les instrumens qui exigent une grande précision.

La science des miroirs est fondée sur un principe que donne l'expérience, et qui consiste en ce que le fluide lumineux tombant sur un miroir se réfléchit de manière que l'angle de réflexion est toujours égal à l'angle d'incidence. (*Voyez* Réflexion du fluide lumineux.)

Il résulte de ce principe que le fluide lumineux s'éloigne d'un corps après l'avoir choqué avec la même force qui l'animoit avant le choc. Décomposons la force représentée par AC (*fig.* 92, *pl.* 12) en deux autres AO et OC, supposant AO parallèle, et OC perpendiculaire au plan réfléchissant. Prolongeons AO. La force qui a cette direction ne souffre aucune atteinte par l'action du plan. Soient conséquemment AO et OB égales; si le fluide lumineux s'éloigne du plan avec la même vitesse qu'elle y est venue, la force que fait naître la réflexion est représentée par CO, et dans ce cas le rayon réfléchi passe par B, c'est-à-dire, l'angle OCB égale l'angle OCA, ce qui est conforme à l'expérience.

On peut diviser les miroirs en miroirs plans, miroirs convexes, miroirs concaves et miroirs mixtes. Parmi les miroirs plans on peut placer les miroirs prismatiques et les miroirs pyramidaux. On rapporte aux miroirs concaves les miroirs elliptiques et les miroirs paraboliques. Les miroirs mixtes comprennent les miroirs cyliudriques et les miroirs coniques. Nous traiterons séparément de chacun de ces miroirs, et avec tout le détail convenable.

MIROIR PLAN. C'est celui dont la surface réfléchissante est plane.

Pour rendre la théorie des miroirs

plans plus facile à saisir, je vais rassembler ici quelques définitions éparses dans le cours de cet ouvrage.

Le point d'où partent les rayons, soit que le corps brille d'une clarté qui lui est propre, soit qu'il réfléchisse seulement le fluide lumineux, s'appelle *point lumineux*.

Le point de concours des rayons convergens se nomme *foyer*.

Le point où se seroient réunis les rayons convergens s'ils eussent pu continuer leur route dans le même milieu, ou le point d'où les rayons divergens prolongés en ligne droite seroient partis s'appelle *foyer imaginaire*.

Soit R (*fig.* 93, *pl.* 12) le point lumineux, et *bc* la surface d'un miroir plan. Prolongeons le plan du miroir, et du point R abaissons sur le prolongement la perpendiculaire RC. Si on prolonge cette perpendiculaire de manière que C*r* égale CR, *r* sera le foyer imaginaire des rayons qui partant de R sont réfléchis par le miroir.

Soit R*b* un rayon incident, et *bf* le rayon réfléchi que nous supposons prolongé au-delà du miroir. Puisque l'angle d'incidence égale l'angle de réflexion, leurs complémens R*b*C, *fbd* sont aussi égaux, et conséquemment l'angle *rb*C opposé par le sommet à l'angle *fbd* égale l'angle R*b*C: les triangles rectangles R*b*C, *rb*C sont donc semblables, et comme ils ont le côté C*b* commun, ils sont égaux; CR égale donc C*r*. On peut dire la même chose de tous les autres rayons qui partent du point R, dans quelque plan qu'on les conçoive, perpendiculaire au plan du miroir: d'où il résulte qu'en quelqu'endroit que soit le spectateur, si les rayons réfléchis viennent à lui, ils pénètreront l'organe de la vision, comme s'ils partoient de *r*; et c'est dans ce point qu'est située l'image du point R.

Il suit de là, 1°. que dans les miroirs plans, l'image est toujours derrière le miroir, et à la même distance dans la partie postérieure, que l'objet à la partie antérieure.

2°. L'image est toujours droite. Pour qu'elle fût renversée, il faudroit que les rayons se croisassent en passant par le centre; ce qui ne peut avoir lieu pour les miroirs plans, dont la distance au centre de sphéricité est évidemment infinie.

3°. L'image doit être égale et semblable à l'objet; car il est évident que l'image de chaque point de l'objet se trouve dans une droite menée de ce point perpendiculairement sur la surface du miroir: d'où il résulte que l'image et l'objet se trouvent entre deux parallèles menées des deux extrémités de l'objet, perpendiculairement à la surface du miroir, et conséquemment que l'image doit être égale et semblable à l'objet.

4°. Si l'on se regarde dans un miroir plan, le côté droit du corps est représenté au côté gauche, tandis que le côté gauche paroît au côté droit.

5°. Lorsqu'on s'approche ou qu'on s'éloigne d'un miroir plan, l'image s'approche ou s'éloigne.

Dans un miroir horizontal, les objets qui sont droits doivent paroître renversés.

Car dans un miroir plan, l'image et l'objet se trouvent dans des sens opposés, à la même distance du miroir: les parties de l'objet les plus voisines du miroir doivent en être

aussi les plus voisines dans l'image, et conséquemment les objets qui sont droits doivent paroître renversés dans un miroir horizontal.

On explique par là pourquoi des arbres situés sur le bord d'un fleuve, paroissent avoir dans l'eau une situation renversée.

Des objets placés horizontalement paroissent avoir une situation verticale et réciproquement, si le miroir plan à travers lequel on les voit, fait, avec l'horizon, un angle de 45 degrés; car par la supposition, l'objet est éloigné du miroir de 45 degrés: donc l'image est à la même distance du miroir: donc l'objet est éloigné de l'image de 90 degrés. De là on voit que le miroir optique fait avec l'horizon un angle de 45 degrés, puisque des cartes horizontales nous paroissent avoir une position verticale.

L'image d'un objet situé parallèlement à la surface d'un miroir plan, paroît n'occuper dans le miroir qu'un espace égal à la moitié de celui que l'objet occupe.

Soit AB (*fig.* 94, *pl.* 12) une dimension quelconque d'un objet parallèle au miroir IG; soit *ab* l'image de AB: d'un point quelconque P pris sur AB, menons P*a*, P*b*; il est évident que IE est la partie du miroir occupée par l'image *ab*, et puisque IG est précisément au milieu, entre AB et *ab*, la partie IE n'est que la moitié de *ab* ou de AB: d'où il suit que pour se voir tout entier dans un miroir qui a une situation verticale, il faut que ce miroir ait au moins la moitié de la hauteur et de la largeur de celui qui s'y regarde en se tenant debout.

Si un miroir plan tourne sur un axe, le mouvement angulaire du rayon réfléchi est double de celui du miroir.

Car l'angle de réflexion étant égal à l'angle d'incidence, si le rayon incident fait avec le miroir un angle de 20 degrés, le rayon réfléchi fait aussi avec le miroir un angle de 20 degrés.

Supposons que le miroir s'approche du rayon incident de 10 degrés, alors il s'éloigne du rayon réfléchi de 10 degrés: donc dans ce premier instant le miroir est éloigné du rayon incident de 10 degrés, et du rayon réfléchi de 30 degrés: donc pour que l'angle de réflexion reste égal à l'angle d'incidence, le rayon réfléchi doit s'approcher du miroir de 20 degrés, et conséquemment le mouvement angulaire du rayon réfléchi est double de celui du miroir.

Il suit de là que si l'on fait décrire un quart de circonférence à un miroir, le rayon réfléchi décrira une demi-circonférence; de là vient; 1°. qu'on donne un mouvement si rapide aux images du soleil présenté au miroir; 2°. que les images de cet astre réfléchies par une eau tranquille, paroissent toujours très-agitées, surtout lorsqu'elles sont reçues un peu loin du point d'incidence, etc.

Une glace étamée présente deux images du même objet, l'une antérieure et foible, l'autre plus vive et plus éloignée.

Cela vient sans doute de ce que la surface antérieure de la glace est elle-même un miroir qui, en renvoyant les rayons qui ne pénètrent pas la glace, forme une foible image de l'objet. Cette image est d'autant plus sensible qu'on regarde plus obliquement; car lorsqu'on regarde perpendiculairement, elle se confond avec la vive image formée par la surface étamée.

Si le spectateur est placé en I (*fig.*

95, *pl.* 12), entre deux miroirs plans AB, BC, formant un angle quelconque ABC, il verra autant d'images d'un objet O, placé aussi entre ces deux miroirs, qu'on pourra mener successivement de l'objet et de chacune de ces images des perpendiculaires sur chaque miroir en deçà de l'angle B.

1°. Menons de l'objet O la perpendiculaire OD sur le miroir BC, ensorte que ON = ND, le point D sera le lieu de la première image; car si de l'œil I on tire ID, et si par *g*, où elle rencontre le miroir, on mène gO, ce sera le rayon incident dont Ig sera le réfléchi, par lequel le spectateur voit l'image qui est en D, à cause des triangles rectangles égaux DgN, OgN, qui donnent l'angle OgN = DgN = BgI.

2°. Si du point D, on mène sur le miroir AB, la perpendiculaire DE, de manière que *k*E = D*k*, le point E est le lieu d'une seconde image, dont l'image en D tient lieu de l'objet; car à cause de ON = ND, et des triangles égaux ON*f*, DN*f*, le rayon incident O*f* se réfléchit en *fi*, et à cause des triangles rectangles égaux D*ki*, E*ki*, le rayon *fi* se réfléchit en *i*I, et arrive par conséquent en I, à l'œil du spectateur.

3°. Si du point E, on mène sur le miroir BC la perpendiculaire EQ, et si on prend QF = EQ, le point F sera le lieu d'une troisième image, dont l'image en E tient lieu de l'objet; car à cause des triangles rectangles égaux O*d*N, N*d*D; D*rk*, *rk*E; FQ*b*, *b*QE, on voit que le rayon incident O*d* se réfléchit en *dr*, ensuite en *rb*, et enfin en *b*I, où il arrive à l'œil.

4°. Si du point F on mène une perpendiculaire sur le miroir AB, on trouvera qu'elle passe au-delà en FG, et que conséquemment il ne se forme plus d'image.

On peut démontrer de la même manière que la première image de l'objet O, vu par le rayon I*h* réfléchi du rayon incident O*h* est au point H, la seconde au point K, la troisième au point L, etc.

Il suit de là, 1°. que la première image se voit par un rayon réfléchi, la seconde par deux, la troisième par trois, etc.

2°. La distance de chaque image à l'œil égale son rayon incident ajouté à ses rayons réfléchis. Par exemple, IF = O*d* + *dr* + *rb* + *b*I; car IF = I*b* + *b*F, *b*F = *b*E = *br* + *r*E, et *r*E = *r*D = *rd* + *d*D. Enfin, *d*D = *d*O: donc IF = I*b* + *br* + *rd* + *d*O.

3°. La première image est plus vive que la seconde, la seconde plus que la troisième, et ainsi de suite. Deux causes, 1°. l'intensité de la lumière décroît dans toute cette marche; 2°. Il se perd une quantité considérable de rayons à chaque réflexion.

4°. Plus l'angle de deux miroirs devient grand, moins il y a d'images; car le nombre des images dépend du nombre des perpendiculaires qu'on peut mener de l'objet et de chacune de ces images, sur la surface de chaque miroir; l'angle augmentant, la distance entre ces perpendiculaires augmente, et conséquemment leur nombre diminue.

5°. Si les miroirs forment un angle droit, il n'y a que deux images de l'objet; puisque dans cette supposition on ne peut mener qu'une perpendiculaire de l'objet sur chaque miroir.

6°. Si les miroirs font un angle in-

fiuiment obtus, il n'y a qu'une image de l'objet.

7°. Enfin si les miroirs sont parallèles, tandis que l'objet et l'œil se trouvent dans la même ligne perpendiculaire au plan de ces miroirs, il y a une infinité d'images; mais elles vont toujours en s'éloignant et en s'affoiblissant au point de devenir bientôt insensibles.

MIROIR PRISMATIQUE. Miroir composé de surfaces planes, inclinées les unes aux autres, et qui ont chacune la figure d'un parallélogramme. Ce miroir a la propriété de rassembler dans une seule image et sans interruption, plusieurs objets ou plusieurs parties d'un même dessin, dispersés et séparés par des espaces qui sont ou vides, ou remplis par d'autres figures qui ne se représentent point dans le miroir. Ces effets se déduisent facilement de ce que nous avons dit des miroirs plans.

MIROIR PYRAMIDAL. Miroir composé de surfaces planes, triangulaires, inclinées les unes aux autres, de manière que les sommets de tous les triangles se réunissent pour former le sommet de la pyramide. Ce miroir produit des effets analogues à ceux du miroir prismatique; et la théorie des miroirs plans conduit avec la même facilité à leur explication.

MIROIR CONVEXE. Miroir dont la surface réfléchissante est convexe. La surface de ces sortes de miroirs est assez ordinairement sphérique.

Soit un miroir convexe NKXP (*fig.* 96, *pl.* 13.) dont l'axe est XB. Soient les rayons AX, EK tombant parallèlement à l'axe sur une portion très-petite du miroir; ils seront réfléchis et leur foyer imaginaire sera en F, point de l'axe également distant de la surface du miroir et de son centre C.

Menons du centre C par K la droite CKL, tombant perpendiculairement sur le point K, et tirons du point F par K la droite FKM; alors EKL est l'angle d'incidence, et LKM l'angle de réflexion; car, par la supposition, CF = FX. De plus, la partie du miroir sur laquelle tombent les deux rayons parallèles, est supposée très-petite : donc FK = FX et CF = FK; donc l'angle FKC = FCK; mais à cause des parallèles EK, AB coupées par la droite LKC, l'angle LKE = KCF. D'ailleurs l'angle FKC est opposé par le sommet à l'angle LKM. Donc l'angle MKL = EKL; donc l'angle MKL est l'angle de réflexion, etc.

Si les rayons divergens EB, ED (*fig.* 97, *pl.* 13.) tombent sur une très-petite partie du miroir sphérique convexe BDS, dont le centre est en C, le foyer imaginaire sera en F; si CF : FB :: CE : EB.

Menons du centre C par D la perpendiculaire CDR, et de F par D la droite FDN, à laquelle ER soit parallèle : l'arc BD étant supposé très-petit, FB = FD, et EB = ED; mais par la supposition CF : FB :: CE : EB. Donc CF : FD :: CE : ED. Cela posé, à cause des parallèles FD, ER, les deux triangles CFD, CER sont semblables : donc CF : FD :: CE : ER; donc ER = ED; donc l'angle ERD = EDR = FDC = RDN; et comme l'angle EDR est l'angle d'incidence, l'angle RDN est l'angle de réflexion, etc.

Puisque CE : EB :: CF : FB, nous aurons CE + EB : EB :: CB : FB, donc la raison de CB à FB augmente dans le même rapport que celle de CE + EB à EB. D'où il résulte que si le point

lumineux E s'approche davantage du miroir, le foyer F s'en approchera aussi davantage, de manière que si on place l'objet en B, l'image sera aussi en B, c'est-à-dire, sur la surface du miroir; car alors EB=o : donc CE+EB est infiniment grand par rapport à EB; donc CB est aussi infiniment grand par rapport à FB, et conséquemment FB=o.

Faisons FB=f, CB=r, EB=d; alors CE=$r+d$ et CF=$r-f$; et conséquemment la proportion CE: EB::CF:FB se change en celle-ci. $r+d:d::r-f:f$: donc $fr+fd=dr-df$: d'où l'on tire $f=\frac{dr}{2d+r}$.

A l'aide de cette formule, il est facile de déterminer dans tous les cas le lieu et la marche des images dans les miroirs convexes.

Si des rayons partant des différens points EGL de l'objet tombent sur la la surface du miroir convexe BDS (*fig.* 98, *pl.* 13.) ceux qui partent du point E se réfléchissent; et si on les conçoit prolongés ils vont concourir au point f. Ceux qui partent du point G se réfléchissent et vont, si on les prolonge, aboutir au point f'. Ceux qui partent du point L étant réfléchis et prolongés concourent au point f'', de sorte que la courbe f, f', f'' présente l'image de l'objet.

Il suit de là, 1°. que quelque grand que soit l'espace occupé par l'objet, son image est concentrée dans cette courbe, et conséquemment qu'il doit toujours paroître plus petit;

2°. Si l'objet EGL se ment autour du miroir, toute la courbe f, f', f'' est animée du même mouvement. C'est pourquoi l'objet montant, l'image monte et réciproquement; mais les objets doivent toujours paroître droits.

MIROIR CONCAVE. Miroir dont la surface réfléchissante est concave. La surface de ces sortes de miroirs est ordinairement sphérique.

Soit un miroir concave ZBDH (*fig.* 99, *pl.* 13.) que les rayons parallèles ED, CB, très-voisins l'un de l'autre, tombent sur la surface de ce miroir; et que parmi ces rayons il y en ait un CB qui passe par le centre C, ils se réfléchiront et iront se réunir au point F, qui tient le milieu entre B et C.

Le rayon CB tombant perpendiculairement sur le point B, suit une marche rétrograde par la réflexion. Tirons du centre C du miroir la perpendiculaire CD au point D. EDC est l'angle d'incidence, et CDF l'angle de réflexion; car, puisque BD est un très-petit arc, FB=FD=FC : donc, dans le triangle FCD, l'angle FCD=FDC; mais à cause des parallèles CB, ED, l'angle FCD=EDC : donc l'angle FDC=EDC; donc FD est le rayon réfléchi, et le point F le foyer.

Si le rayon GH se trouve à une plus grande distance de l'axe CB, et qu'on mène la perpendiculaire CH, il est évident que FH sera plus grand que FB, et conséquemment l'angle FHC sera plus petit que FCH ou CHG; d'où il résulte que si GH est le rayon incident, HF ne sera pas le rayon réfléchi. Ce sera HI' qui coupera CB entre F et B, au point N. C'est pourquoi les rayons qui se trouvent beaucoup plus éloignés de l'axe CB formeront un petit cercle sur un plan qui seroit perpendiculaire à l'axe CB au point F.

Tous les rayons lancés par un corps lucide placé au centre d'un mi-

roir concave tombent perpendiculairement sur la surface du miroir ; et puisque l'angle de réflexion est toujours égal à l'angle d'incidence, ces rayons prennent dans leur réflexion une marche rétrograde, et vont se réunir au centre d'où ils sont partis : d'où il suit que si l'œil est situé au centre du miroir, il reçoit tous les rayons réfléchis, et conséquemment qu'il voit tout d'une manière confuse.

Si l'objet E (*fig.* 100, *pl.* 13.) situé au-delà du centre C lance sur le miroir concave BDG les rayons divergens et très-peu distans les uns des autres, EB, ED, EG, le foyer des rayons réfléchis sera au point F, dont la distance FB au miroir est à FC sa distance au centre, comme BE distance de l'objet au miroir, est à EC, distance de l'objet au centre.

Par la supposition BDG est un très-petit arc : donc EB = ED, et FB = FD. Par la supposition aussi FB : FC :: BE : EC. Donc FD : FC :: ED : EC, ou FD : ED :: FC : EC : donc la droite DC menée du sommet de l'angle FDE sur sa base EF la divise en parties proportionnelles aux côtés adjacens : donc l'angle FDC = CDE ; mais l'angle CDE est l'angle d'incidence : donc FDC est l'angle de réflexion : donc le point F est le foyer des rayons qui partent de l'objet E : et conséquemment si l'œil se trouve situé au point F, il verra l'objet confusément.

Le foyer F se trouve toujours plus près du centre C que du point B de la surface du miroir ; car dans la proportion FB : FC :: BE : EC, BE est plus grand que EC, donc aussi FB est plus grand que EC, et conséquemment le foyer est plus près de C que de B.

Faisons FB = f, CB = r, EB = d, nous aurons FC = $r - f$ et EC = $d - r$; alors la proportion FB : FC :: BE : EC se change en celle-ci $f : r - f :: d : d - r$, d'où l'on tire $f = \frac{dr}{2d - r}$. On peut, à l'aide de cette équation, déterminer dans tous les cas le lieu et la marche progressive des images dans un miroir concave. La même formule peut aussi être appliquée aux miroirs plans en substituant ∞ à la place de r, puisque un miroir plan peut toujours être regardé comme une portion de sphère dont le rayon est infini.

Les rayons FO, FH partant du foyer F étant divergens, l'œil situé en OH verra l'objet E en F, mais renversé ; car le rayon ED qui tombe sur le miroir au-dessus du rayon EG devient, par la réflexion, le rayon inférieur FH, tandis que EG devient, en se réfléchissant, le rayon supérieur FO.

Si l'objet est situé en F, ses rayons réfléchis par le miroir iront concourir en E, et l'œil placé plus en arrière verra l'objet en E, mais encore renversé, puisque les rayons se croisent au point E.

Supposons à présent que l'objet soit situé au point E (*fig.* 101, *pl.* 13) à une distance du miroir concave BD moindre que la moitié du rayon de sphéricité ; dans cette supposition la distance FB du foyer imaginaire au miroir sera à FC, distance de ce foyer au centre du miroir, comme EB, distance de l'objet au miroir, est à EC, distance de l'objet au centre.

Soit le rayon ED tombant sur le miroir très-près du point B. Menons au point D la perpendiculaire CD, et ER parallèle à FN, nous avons évidemment EB = ED, et FB = FD. Cela posé, les triangles CER, CFD sont semblables : donc CE : ER :: CF : FD, ou en substituant FB à la place de FD, CE : ER :: CF : FB; mais nous avons supposé FB : FC :: BE : EC, on FC : FB :: EC : BE : donc EC : BE :: CE : ER : donc BE = ER = ED : donc le triangle DER est isocèle : donc l'angle ERD = RDE; mais l'angle ERD = RDN : donc l'angle d'incidence RDE = RDN, qui est conséquemment l'angle de réflexion : d'où il résulte que le point F est le foyer imaginaire.

Les rayons CB, DN sont nécessairement divergens; car puisque le triangle RED est isocèle, nous avons dans le triangle CDE l'angle en D plus grand que l'angle en C : donc l'angle CDN est plus grand que FCD : donc les rayons CB, DN sont divergens.

Jusqu'ici nous avons considéré les rayons qui tombent sur un miroir concave à une très-petite distance de l'axe, il nous reste à étudier la route que suivent dans leur réflexion les rayons qui tombent de chaque point de l'objet sur la surface entière du miroir.

Soit l'objet E (*fig.* 102, *pl.* 13) plus distant du miroir concave GBK, que le centre C. Pour plus de simplicité, ne concevons d'abord qu'un seul plan, dans lequel sont portés les rayons qui partent de E, tels que EB, ED, EO, EG. En se réfléchissant, ils formeront, par leurs intersections avec leurs rayons incidens, une courbe F, *a a, a*, dont les rayons réfléchis sont les tangentes. Pareillement les rayons EB, EH, EI, EK, formeront, après s'être réfléchis, par leurs intersections avec les rayons incideus, une autre courbe, *d, d, d*, F, dont les rayons réfléchis sont les tangentes, et cette seconde courbe se réunit avec la première en F. En concevant de la même manière un seul plan dans lequel sont portés les rayons, on peut imaginer par ECB, une infinité d'autres plans, tous sur la surface du miroir, sur lesquels il se formera de semblables courbes, qui composeront ensemble deux surfaces courbes-concaves contiguës au point F, qui sera conséquemment le foyer.

Nous avons vu que FB : FC :: BE : EC : d'où il résulte, 1°. que les courbes F, *a, a, a*, et F, *d, d, d*, se rapprocheront du miroir, si l'objet E s'en éloigne davantage : car dans cette supposition, FC devient plus grand par rapport à BE : donc FC doit augmenter par rapport à FB.

2°. Plus l'objet E se rapprochera du miroir, plus les courbes devront s'en éloigner. Car alors EC devient plus petit par rapport à BE : donc FC doit devenir plus petit par rapport à FB.

3°. Si l'objet E parvient au centre du miroir, EC = *o* : donc FC = *o* : donc FB = FC : donc les deux courbes se réunissent au centre C du miroir, où elles sont comme portées l'une vers l'autre.

4°. Si l'objet E s'approche encore du miroir, les courbes s'éloigneront davantage, et lorsqu'il sera parvenu au point de l'axe, qui tient le milieu entre le centre et la surface du miroir, le point où les courbes se réuniront,

sera à une distance infiniment grande, parce qu'à cette distance de l'objet du miroir, les rayons réfléchis sont parallèles. Mais si l'objet s'approche encore du miroir, de manière que sa distance au miroir soit plus petite que la moitié du rayon de sphéricité, les courbes se sépareront l'une de l'autre, comme C, C, (*fig.* 103, *pl.* 13); quelques rayons réfléchis, tels que eX, ne toucheront plus les courbes C, C; ils deviendront divergens; et si on les prolonge, ils iront concourir derrière le miroir, où il se formera une nouvelle courbe, composée de deux parties, dont l'une est en *a*, *a*. Elles se réunissent au point *a*, situé dans la droite EB prolongée, et elles s'éloignent du miroir jusqu'à l'infini.

Nous voyons toujours les objets dans ces courbes: d'où il résulte que si la distance de l'objet au miroir est plus petite que la moitié du rayon de sphéricité, l'objet paroîtra devant ou derrière le miroir, suivant l'endroit où l'œil se trouvera placé.

Si l'œil reçoit les rayons qui étant prolongés forment la courbe *a*, *a*, derrière le miroir, l'objet paroîtra droit et plus grand derrière le miroir, parce que les rayons qui forment les courbes *a*, *a*, sont divergens.

Si l'œil reçoit les rayons qui forment la courbe CC devant le miroir, on verra l'objet devant le miroir, et il paroîtra droit.

Enfin, si l'œil est situé au point où se coupent les rayons qui appartiennent aux courbes, devant et derrière le miroir, il voit l'objet double, non seulement en *a*, *a*, mais encore en C, C. Voilà pourquoi l'objet considéré avec les deux yeux, paroît quadruple. Aucun physicien, que je sache, n'a écrit sur ces courbes d'une manière plus lumineuse que le célèbre *Sgravezande*, dans son *Traité de physique*, art. *Miroirs concaves*.

Ce que nous avons dit jusqu'ici des miroirs concaves, offre l'explication facile des phénomènes qui suivent.

Première expérience.

Soit un miroir concave de métal ou de glace étamée, mobile sur les deux extrémités d'un axe ajusté à sa bordure. Exposez le miroir aux rayons du soleil, ensorte que le rayon qui vient au point du milieu, soit perpendiculaire à sa surface; tous les autres rayons lui étant parallèles, ils se rassemblent dans l'image du soleil, à une distance du miroir d'environ la moitié du rayon de la sphère dont il fait partie, et dans cet endroit, ils brûlent avec une étonnante activité.

Si la surface du miroir a 405 millimètres (15 pouces) de diamètre, et que le foyer soit à 162 millimètres (6 pouces) de distance, le bois s'enflamme subitement, et de petites lames de plomb se fondent en très-peu de temps.

Seconde expérience.

Placez une lampe allumée au point qui tient le milieu entre le centre d'un miroir concave et sa surface, ses rayons seront réfléchis par le miroir, suivant des directions parallèles, à à cause de l'égalité des angles de réflexion et d'incidence: de là vient qu'on emploie utilement les miroirs concaves à renvoyer à une grande distance les rayons lumineux qui émanent d'un corps lucide quelconque.

Troisième expérience.

On dispose deux miroirs concaves

l'un vis-à-vis de l'autre, à 7 mètres (15 ou 20 pieds) de distance. Au foyer de l'un, on place un charbon ardent, que l'on anime avec un soufflet à double âme; et au foyer de l'autre, on met une mèche et une amorce. Les rayons partant du charbon, et, réfléchis par le premier miroir, vont se réfléchir encore sur le second, et se réunir à son foyer, où ils embrasent la mèche et l'amorce.

Nous devons au célèbre *Buffon* d'avoir fait construire un miroir ardent formé d'un grand nombre de petits miroirs plans et mobiles, qu'on peut incliner à volonté, pour diriger les rayons du soleil vers un seul point. Le miroir enflamme le bois à 67 mètres (environ 200 pieds) de distance; il fond de l'étain à 50 mètres (environ 150 pieds), et du plomb à 47 mètres (environ 141 pieds). Ces effets, qui ne sont pas équivoques, rendent probable l'embrasement de la flotte de Marcellus, au siège de Syracuse, à la faveur d'un miroir imaginé par *Archimède*.

Les miroirs métalliques concaves ont aussi la propriété de réfléchir le calorique rayonnant, et de concentrer à leur foyer toute l'action de ce fluide. Cette concentration donne naissance à des phénomènes piquans qui excitent d'abord une espèce de surprise, mais dont l'explication se plie ensuite avec la plus grande facilité à la théorie du calorique. (*Voyez* sur cet objet l'article CALORIQUE RAYONNANT.)

MIROIR ELLIPTIQUE. Miroir dont la surface réfléchissante est elliptique. Ce miroir a la propriété de réfléchir à l'un de ses foyers tous les rayons qui partent de l'autre, de manière que si l'on place une lampe ou une bougie allumée à l'un de ses foyers, les rayons lumineux qu'elle lance sur le miroir, vont se rassembler à l'autre foyer. La construction de ces sortes de miroirs est très-difficile.

MIROIR PARABOLIQUE. Miroir dont la surface réfléchissante est parabolique. Ce miroir a la propriété de réfléchir parallèlement à l'axe les rayons qui partant de son foyer, tombent sur sa surface, et réciproquement de concentrer à son foyer les rayons qui, comme ceux du soleil, tombent sur sa surface parallèlement à l'axe. Un miroir parabolique est un très-bon miroir ardent. (*Voy.* MIROIR ARDENT.)

MIROIR MIXTE. Miroir dont la surface réfléchissante se compose de lignes droites dans un sens, et de lignes courbes dans l'autre. Il y a deux sortes de miroirs mixtes; savoir, le miroir cylindrique et le miroir conique. (*Voyez* MIROIR CYLINDRIQUE et MIROIR CONIQUE.)

MIROIR CYLINDRIQUE. Miroir dont la surface réfléchissante est cylindrique. Les miroirs cylindriques doivent être considérés comme un assemblage de miroirs, en partie plans et droits, en partie sphériques, de manière qu'en combinant les propriétés des miroirs plans avec celles des miroirs sphériques, on concevra sans peine la dégradation des images régulières, et réciproquement.

Si l'on présente verticalement un objet à un miroir cylindrique qui a une situation verticale, il est clair que les dimensions verticales de l'objet ne doivent pas être défigurées, à quelque distance du miroir que l'objet soit placé, puisque ces dimensions se présentent devant des miroirs plans et verticaux; mais que les dimensions

horizontales doivent être défigurées, puisqu'elles se présentent à des miroirs sphériques. Les images des différentes parties de cet objet sont donc, les unes régulières, et les autres dégradées : conséquemment leur assemblage forme une figure irrégulière. On peut déterminer cette irrégularité, puisqu'elle dépend d'une figure régulière, ensorte qu'on dessine sor un plan des figures qui, étant effectivement irrégulières, paroissent régulières, à la faveur de semblables miroirs, l'œil étant situé dans un point donné.

Il y a des miroirs cylindriques dont la surface est convexe, et d'autres dont la surface est concave. Ils produisent à peu près les mêmes effets, avec cette différence que la surface étant convexe, l'image est vue derrière le miroir, tandis qu'on la voit au devant du miroir, lorsque la surface est concave, parce que l'objet est toujours placé plus loin que le foyer des rayons parallèles. (*Voyez* MIROIR CONVEXE et MIROIR CONCAVE.)

MIROIR CONIQUE. Miroir dont la surface réfléchissante est conique. Les miroirs coniques sont donc des miroirs en partie plans et inclinés, et en partie sphériques; et conséquemment si l'on combine, comme nous avons fait pour les miroirs cylindriques, les propriétés des miroirs plans avec celles des miroirs sphériques, on expliquera avec la même facilité les effets auxquels ces sortes de miroirs donnent naissance.

MIROIR ARDENT. Miroir dont la surface réfléchissante est concave. La surface de ce miroir est ordinairement sphérique; et il a la propriété de rassembler les rayons parallèles qu'il reçoit, en un fort petit espace, vers un point que l'on appelle son foyer, et qui est distant de sa surface de la moitié de son rayon de sphéricité. Cet espace dans lequel les rayons se rassemblent, est d'autant plus petit, que le miroir est plus concave, ou fait partie d'une plus petite sphère; et le nombre des rayons réunis est d'autant plus grand que le diamètre du miroir est plus considérable, quoique alors l'espace dans lequel les rayons sont rassemblés, soit un peu plus étendu. (*Voy.* MIROIRS CONCAVES.)

MOBILITÉ. Propriété qu'ont les corps de pouvoir être transportés d'un lieu dans un autre. La mobilité est commune au même degré à toutes les molécules de matière; et si elle paroît variable dans les corps, cela vient de la figure et du poli de la surface qui influent sur la grandeur des résistances qui s'opposent au mouvement.

Il ne faut pas confondre la mobilité avec le mouvement. La mobilité n'abandonne jamais les corps. Ils ne peuvent être dépouillés de cette propriété. Le mouvement n'appartient aux corps que dans certains états, dans certaines circonstances; il éprouve diverses altérations et finit souvent par s'éteindre entièrement. La mobilité est la faculté qu'ont les corps de se mouvoir; et le mouvement en est seulement l'exercice.

MOIS LUNAIRE. C'est le temps que la lune emploie à faire sa révolution.

On distingue deux sortes de mois lunaires, savoir : le *mois périodique* ou *sydéral* et le *mois synodique*.

Le *mois périodique* ou *sydéral* est le temps que la lune emploie à faire autour de la terre une révolution entière dans son orbite. La durée de ce temps est 27 jours 7 heures 43 minutes 5 secondes.

On distingue le mois sydéral ou périodique en *mois sydéral vrai* et en *mois sydéral moyen*, suivant qu'il s'agit du mouvement vrai ou moyen de la lune.

Le *mois synodique* est le temps qui s'écoule depuis une nouvelle lune jusqu'à la nouvelle lune suivante. Ce temps est plus long que celui que la lune emploie à faire une révolution entière dans son orbite; parce que la lune étant en conjonction avec le soleil, il ne suffit pas, pour qu'elle revienne en conjonction avec cet astre qu'elle ait achevé sa révolution; car, pendant le temps qu'elle emploie à faire sa révolution, le soleil avance dans l'écliptique : il faut donc que la lune, après avoir achevé sa révolution, parcoure, avant d'atteindre le soleil, en vertu de l'excès de sa vitesse, l'espace que cet astre a parcouru; et le temps qu'elle y emploie est de 2 jours 5 heures 0 minutes 58 secondes 20 tierces; qui, joints au temps que la lune met à faire sa révolution entière, font 29 jours 12 heures 44 minutes 3 secondes 20 tierces.

On distingue le *mois synodique* en *mois synodique vrai* et en *mois synodique moyen*, suivant qu'il s'agit du mouvement vrai ou moyen de la lune.

MOIS SOLAIRE. C'est le temps qui s'écoule pendant que le soleil paroît parcourir un signe du zodiaque.

Si l'on a égard au mouvement vrai du soleil, les mois solaires n'ont pas la même durée, puisque le soleil emploie plus de temps à parcourir les signes septentrionaux que les signes méridionaux. Mais comme il paroît constamment décrire tous les douze signes en 365 jours 5 heures 48 minutes 45½ secondes, on aura la durée du mois solaire moyen en divisant ce nombre par 12; ce qui donne cette durée de 30 jours 10 heures 29 minutes 3 secondes 47 tierces 30 quartes.

MOLÉCULES. On a donné ce nom aux petites particules dont les corps sont composés.

MOLÉCULES CONSTITUANTES. Ce sont les particules hétérogènes qui entrent comme élémens dans la composition chimique des corps. Les molécules constituantes des corps sont insécables et indestructibles comme la nature qui leur a donné l'existence. (*Voyez* l'article DIVISIBILITÉ.)

MOLÉCULES INTÉGRANTES. Ce sont les particules homogènes qui entrent comme élémens dans la composition physique d'un corps. Ainsi les molécules intégrantes d'une masse d'eau sont les molécules de ce même liquide qui forment cette masse par leur réunion, tandis que ses molécules constituantes sont l'hydrogène et l'oxigène. (*Voyez* le mot EAU, article qui traite de sa nature.)

Les molécules intégrantes d'un corps sont unies par la force de cohésion ou d'aggrégation; ses molécules constituantes sont enchaînées par la force de combinaison.

Il faut mettre en jeu des moyens chimiques pour séparer les molécules constituantes d'un corps; des moyens physiques ou mécaniques suffisent souvent pour séparer ses molécules intégrantes.

MOLYBDÈNE. (*Voyez* MÉTAUX.)

MOMENT. Ce mot est employé particulièrement dans la statique pour désigner le produit d'une puissance par sa distance à un point fixe, ou, ce qui

est la même chuse, par le bras du levier auquel elle est attachée. Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, le *moment* d'une puissance est d'autant plus graud, qu'elle agit par un bras de levier plus long. (*Voyez* Lévier.)

MONDE. On appelle ainsi l'assemblage de tous les corps dont se compose notre système planétaire. (*Voy.* Planète.) Le mot *monde* est aussi employé à désiguer la terre, considérée avec ses différentes parties et les différens peuples qui l'habitent; et alors il se présente la question de savoir si les planètes et leurs satellites sont chacun un monde habité comme la terre.

Le célèbre *Fontenelle* a le premier agité cette question, dans son ouvrage qui a pour titre, *Pluralité des Mondes*. Il pense que chaque planète et chaque satellite sont un monde habité comme la terre; et il fonde principalement son opinion sur ce que les planètes et les satellites sont des corps semblables à la terre. Il est certain que les planètes nous offrent plusieurs traits de ressemblance. Mais il s'en faut qu'il existe entre tous ces corps une similitude qui puisse nous conduire à conclure que les planètes et les satellites sont habités comme la terre. La terre a une atmosphère qui alimente l'existence de tous les êtres organisés. Si la lune étoit habitée comme la terre, elle devroit avoir une atmosphère semblable; et cependant les observations de *Schræter* qui constatent l'existence de l'atmosphère lunaire, déposent en même temps contre sa ressemblance à l'atmosphère de la terre. L'atmosphère lunaire est, suivant les observations de *Schræter*, vingt-neuf fois plus rare que l'atmosphère de la terre, et il est probable que si l'atmosphère de la terre devenoit vingt-neuf fois plus rare qu'elle n'est, elle cesseroit d'être propre à alimenter l'existence de ses habitans. (*Voyez* Lune et Pluralité des mondes.)

MONDE (Axe du). *Voyez* Axe du monde.

MONDE (Pôles du). *Voy.* Poles du monde.

MONDE (Système du). *Voyez* Système du monde.

MONDES (Pluralité des). *Voyez* Pluralité des mondes.

MONOCEROS. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie australe du ciel, qui est située à côté de la constellation d'Orion, entre le grand et le petit Chien. C'est une des onze nouvelles constellations formées par *Hévélius*, et ajoutées aux anciennes dans son ouvrage qui a pour titre : *Firmamentum sobieskianum*. Cette constellation est la même que la Licorne, constellation formée auparavant par *Augustin Royer*. (*Voyez* Licorne.)

MONOCLE. C'est le nom qu'on a donné aux lunettes formées d'un seul verre, et qui ne peuvent conséquemment servir que pour un seul œil à la fois. (*Voyez* Lorgnette.)

MONTAGNES. Inégalités plus ou moins grandes que présente la surface du globe que nous habitons.

Les montagnes n'appartiennent pas exclusivement à la terre. Il paroît que tous les corps dont se compose le système planétaire, partagent dans un degré plus ou moins éminent cette espèce de propriété. L'élévation de la plus haute des montagnes connues de la terre, ne surpasse pas 3000 toises, tandis que suivant les observations et les calculs de *Schræter*, les monta-

gnes de la lune ont 6000 toises de hauteur et celles de Vénus 22000.

On accorde aussi au soleil des montagnes dont la hauteur présumée est de 200 lieues.

Les montagnes ne doivent pas être regardées comme des défectuosités de notre globe. Personne n'ignore qu'elles offrent à des plantes et à des animaux une nourriture qu'ils chercheroient en vain dans les plaines. Les montagnes renferment des eaux thermales dont l'utilité n'est pas équivoque; elles donnent naissance aux sources dont les eaux bienfaisantes alimentent notre existence et portent la fécondité dans nos campagnes. (*Voyez* Source.)

On divise principalement les montagnes en primitives et secondaires.

Les montagnes primitives sont celles qui paroissent avoir été formées en même temps que le globe terrestre. On les reconnoît aux caractères suivans:

1°. Leur élévation qui surpasse beaucoup celle des autres montagnes.

2°. Les montagnes primitives se distinguent des autres par leurs vastes chaînes. Elles tiennent communément les unes aux autres et se succèdent pendant plusieurs centaines de lieues;

3°. Il est aisé de reconnoître les montagnes primitives à leur structure intérieure et à la nature des pierres qui les composent. Le noyau des montagnes primitives est en général de granit. Viennent ensuite différentes couches quartzeuses qui n'ont jamais une direction horizontale. Quelques montagnes sont uniquement composées d'une seule roche quartzeuse qui s'élève en forme de pyramide.

Les montagnes secondaires sont le plus souvent composées de couches horizontales dont la nature est calcaire et que les géologues attribuent à des émanations souterraines. Nous n'entrerons pas dans un plus grand détail sur cet objet qui appartient particulièrement à l'histoire naturelle.

Ce qui intéresse spécialement les physiciens, c'est la connoissance des hauteurs des montagnes. Pour y parvenir, on a d'abord mis en usage des moyens trigonométriques, toujours accompagnés de difficultés auxquelles on doit attribuer la diversité des résultats obtenus par différens physiciens qui ont employé cette méthode. Le baromètre offroit un moyen plus simple et plus facile de parvenir au même but; mais il falloit d'abord perfectionner sa construction au point de rendre appréciables les moindres changemens dans la hauteur de la colonne de mercure. La nécessité d'éluder ou de calculer les variations continuelles qu'éprouve un baromètre, même sans changer de place, présentoit un autre obstacle qu'il n'étoit pas aisé de surmonter. Les physiciens sont parvenus à vaincre ces difficultés, de manière qu'aujourd'hui le baromètre offre une méthode facile et générale qui le dispute pour l'exactitude aux méthodes trigonométriques.

Parmi les différentes formules données pour la solution de ce problème, nous avons proposé (art. Baromètre) celle de *Laplace* qui se distingue par la manière dont elle a été déduite de la théorie. Mais nous avons observé que le coefficient principal, tiré d'une observation équivoque, avoit probablement besoin de quelque modification. *Ramond* a fait sur diverses montagnes de nombreuses expériences, qui l'ont conduit à une détermination plus

précise du coëfficient constant à employer dans la formule de *Laplace*.

Ce physicien a reconnu d'abord quelles sont les circonstances les plus favorables à cette sorte d'observations, ainsi que les heures qu'il faut choisir ou éviter; car il est des causes dont l'effet doit être très-sensible, et dont on ne pourra jamais tenir compte dans les calculs. Tels sont les vents ascendans ou descendans qui, suivant *Ramond*, règnent presque constamment à certaines heures, et qui doivent influer en moins ou en plus sur la hauteur du mercure du baromètre. Il faut donc choisir l'instant où l'équilibre de l'atmosphère n'est troublé ni par l'une, ni par l'autre cause, et cet instant est le milieu du jour. *Ramond* a encore observé que les vents descendans règnent plus souvent que les autres; et il en conclut qu'en général les résultats moyens des observations doivent donner des hauteurs trop petites.

Il ne suffit pas de connoître l'instant le plus favorable aux observations: il faut encore mettre beaucoup de soin dans le choix des stations; il faut des observations simultanées, faites les unes dans le lieu dont on cherche la hauteur, et les autres dans un lieu fixe, dont la hauteur au-dessus du niveau de la mer soit parfaitement connue. Lorsqu'on cherche à vérifier une formule, il faut de plus une égale connoissance de la hauteur de la montagne où l'on porte le baromètre; et pour que la conclusion ne paroisse pas équivoque, il faut que les deux stations soient assez voisines et que rien n'interrompe la communication, en sorte que les variations atmosphériques qui surviendroient dans l'une, aient également lieu dans l'autre. *Ramond* a trouvé ces avantages réunis dans le pic de Bigorre et la ville de Tarbes, où *Dangos* s'est chargé des observations correspondantes.

C'est ainsi que *Ramond* a trouvé la correction du coëfficient de la place. Les résultats de ses expériences l'ont déterminé à augmenter ce coëfficient d'un peu moins d'un quarante-deuxième et à le porter à 18593.

Ramond a appliqué la formule de *Laplace* ainsi corrigée, concurremment avec plusieurs autres formules connues à l'ascension aérostatique de *Gay-Lussac*, et aux observations que *Humbold* a faites sur les plus hautes montagnes du Pérou. Il en résulte que la formule de *Laplace* tient assez exactement le milieu entre toutes les autres formules; qu'elle donne des erreurs toujours très-petites, tantôt en plus, tantôt en moins, et que la somme de ces erreurs, divisée par le nombre d'observations, indique à peine $\frac{1}{100}$ pour correction ultérieure du coëfficient déterminé par *Ramond*. (*Voy.* le *Mémoire de Ramond*, *Journal de Physique*, cahier de germinal an 13.)

MONTAGNE DE LA TABLE. C'est le nom que les astronomes ont donné à une des constellations de la partie méridionale du ciel, et qui est située au voisinage du pôle méridional, au-dessous du grand Nuage. C'est une des 14 nouvelles constellations formées par *Lacaille*, d'après les observations qu'il a faites au cap de Bonne-Espérance. Il a donné une figure très-exacte de cette constellation, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. 20. Cette figure représente la montagne de la table, célèbre au cap de Bonne-Espérance par sa forme de table, et principalement par un nuage blanc qui

vient la couvrir en forme de nappe, à l'approche d'un vent violent de sud-est.

Cette constellation est une de celles qui ne paroissent jamais sur notre horizon : les étoiles dont elle se compose ont une déclinaison méridionale trop grande pour pouvoir jamais se lever à notre égard.

MONTRE (Fusée de). *Voyez* FUSÉE DE MONTRE.

MORTE (Force). *Voyez* FORCE MORTE.

MOTEUR. C'est ainsi qu'on nomme une puissance qui met un corps ou une machine en mouvement. Dans une montre, c'est le ressort renfermé dans le barillet qui est le moteur; dans une horloge, c'est le poids; dans un moulin, c'est l'eau ou le vent.

MOTRICE (Force). *Voy.* FORCE MOTRICE.

MOU (Corps). *Voyez* CORPS MOU.

MOUCHE. (*Voy.* ABEILLE.)

MOUFFETTE ou MOFFETTE. Ce mot est consacré depuis long-temps à désigner ces vapeurs ou exhalaisons qui se font sentir dans certaines grottes, dans les souterrains de la plupart des mines, quelquefois même à la surface de la terre.

Toutes ces mouffettes sont dangereuses et suffocantes. Les animaux ne peuvent y vivre, et les corps embrasés s'y éteignent subitement. Il s'en trouve qui s'enflamment lorsqu'on s'y présente avec une bougie allumée, et quelquefois l'inflammation est accompagnée d'explosions plus ou moins fortes. Les premières ne sont autre chose que du gaz acide carbonique. (*Voyez* ACIDE CARBONIQUE.) Les secondes sont du gaz hydrogène. (*Voyez* GAZ HYDROGÈNE.)

MOUFFLE. Machine composée d'un assemblage de poulies dont les unes sont fixes et les autres mobiles. (*Voyez* l'article POULIE, qui renferme la théorie des mouffles et l'usage qu'on en fait.)

MOUSSONS. Ce mot désigne les vents périodiques qui soufflent six mois du même côté, et les autres six mois du côté opposé. Voici les principaux. 1°. Entre le 10e. et le 30e. degré de latitude australe, et entre l'île de Madagascar et la nouvelle Hollande, il souffle toute l'année un vent de sud-est, mais qui devient en certains temps plus est de quelques rumbs; 2°. entre le 2e. et le 10e. degré de latitude australe, et entre les îles de Java, de Sumatra et de Madagascar, il règne depuis mai jusqu'en octobre un vent de sud-est, et de novembre en mai un vent de sud-ouest; cependant à la distance de deux ou trois degrés de chaque côté de l'équateur on a souvent des calmes, des orages et des vents variables; 3°. en Afrique entre les côtes d'Ajana et entre les côtes d'Arabie, de Malabar et dans le golfe de Bengale jusqu'à l'équateur il souffle depuis avril jusqu'en octobre un vent de sud-ouest très-impétueux, qui est accompagné de nuées fort épaisses, d'orages et de grosses pluies; depuis octobre jusqu'en avril il y règne un vent de nord-est, mais moins violent que le précédent, et accompagné d'un beau temps. Ces deux vents de nord-est et de sud-ouest soufflent avec moins de violence dans le golfe de Bengale que dans la mer des Indes. Les vents ne tiennent pourtant pas la même route dans ces parages, mais ils soufflent

obliquement suivant la direction du contour des côtes, et on a même quelquefois deux ou trois rumbs tout différens; on remarque aussi que dans les golfes profonds, comme dans celui de Bengale, les vents qui règnent sur les côtes diffèrent de ceux qui soufflent sur les golfes; 4°. en Afrique, entre la côte de Zanguebar et l'île de Madagascar, il souffle d'octobre en mai un vent de sud-est, et dans les six autres mois un vent d'ouest et même de nord-ouest, qui n'est pas plutôt arrivé en pleine mer vers l'équateur, après avoir passé l'île de Madagascar, qu'il se change en un vent de sud-ouest, qui prend beaucoup du vent de sud. Lorsque ce vent commence à changer, il devient froid, et est accompagné de pluie; mais les vents d'est sont toujours doux et agréables. 5°. Le long des côtes de Zanguebar et d'Ajan jusqu'à la mer Rouge les vents sont variables depuis le mois d'octobre jusqu'au mois de janvier. Il y règne ordinairement des vents de nord violens et orageux; depuis janvier jusqu'en mai ces vents sont nord-est, nord-nord-est, et le beau temps les accompagne. Il souffle depuis mai jusqu'en octobre des vents du sud; en juillet, août et septembre on a dans les golfes de Melinde de grands calmes qui durent sans interruption environ six semaines. 6°. Il règne vers l'embouchure de la mer Rouge, au voisinage du cap Guardafui, des vents impétueux dans le temps même que l'atmosphère est tranquille dans le golfe de Melinde. 7°. Il règne un vent du sud dans la mer Rouge entre les mois de mai et d'octobre; il se met au nord en septembre et en octobre; il finit par devenir nord-est, et alors le beau temps l'accompagne: ce vent dure jusqu'en avril ou mai, et alors il devient nord, ensuite est, et enfin sud. 8°. Enfin entre les côtes de la Chine et entre Malaca, Sumatra, Borneo et les îles Philippines; il souffle depuis avril jusqu'en octobre un vent de sud et de sud-ouest, et depuis octobre jusqu'en avril un vent de nord-est peu différent du vent du nord. Ce vent devient nord, et même nord-ouest entre les îles de Java, Timor, la nouvelle Hollande et la nouvelle Guinée.

Quelques physiciens ont attribué les moussons à la fonte des neiges et aux exhalaisons qui, sortant des montagnes en certain temps, donnent une impulsion à l'air, dans des directions déterminées. Il est probable que ces vents périodiques dépendent de différentes causes qui se combinent dans leur production, et qu'il est très-difficile d'isoler.

MOUTON ou SONNETTE A BATTRE LES PILOTIS. Machine qui sert à enfoncer des pilotis ou des pieux en terre.

Cette machine se compose de plusieurs pièces de bois combinées ensemble, de manière à former par leur réunion, les unes un triangle vertical; les autres un triangle horizontal, qui sert d'appui à la machine. Par cet arrangement, toutes les pièces de la machine se soutiennent mutuellement et forment un tout solide. A l'extrémité supérieure d'une des pièces qui forment le triangle vertical, est fixée une poulie, qu'embrasse une corde dont une extrémité soutient le billot, et dont l'autre extrémité est divisée en plusieurs cordes, afin de pouvoir appliquer à la fois plusieurs hommes au service de cette machine.

Le *mouton* étant ainsi construit, il est aisé de comprendre sa manière d'agir. Lorsqu'on veut enfoncer le pilotis ou le pieu, il suffit d'élever le billot, et de le livrer ensuite à l'impulsion de la pesanteur. Il est important que les hommes employés à élever le billot, à la faveur de la corde qui enveloppe la poulie, la lâchent tous dans le même instant. Si l'on veut que le billot donne au pilotis une très-forte impulsion, il faut augmenter sa vitesse ou sa masse. On augmente sa vitesse, en le faisant tomber d'une plus grande hauteur ; on augmente sa masse, en le chargeant d'un corps lourd, tel que le plomb. C'est un grand avantage en mécanique de pouvoir augmenter la force d'une puissance, soit par une addition de masse, soit par un accroissement de vitesse.

MOUVEMENT. On appelle mouvement l'état d'un corps qui est actuellement transporté d'un lieu dans un autre.

On distingue principalement deux sortes de mouvemens, le mouvement absolu et le mouvement relatif.

Le premier est celui d'un corps qui est transporté d'une partie de l'espace dans une autre, en vertu d'une impulsion ou d'une force qui lui a été imprimée.

Le second est celui d'un corps qui change de situation par rapport à ceux auxquels on le compare ; et il est visible, 1°. que ce changement peut s'effectuer, quoique ce corps ne reçoive aucune impulsion, pourvu qu'on imprime à ceux auxquels on le compare, une force qui détermine un changement de situation.

2°. Un corps peut recevoir une impulsion, et avoir ainsi le mouvement absolu, sans avoir le mouvement relatif. Il suffit pour cela que les corps auxquels on le compare reçoivent une impulsion semblable, qui conserve entr'eux la même situation.

Il est hors de doute que nous ne pouvons observer le mouvement absolu des corps. Le seul mouvement relatif est sensible; car tous les corps terrestres se meuvent autour de l'axe de la terre, dont le centre tourne autour du soleil, qui lui-même est emporté dans l'immensité des espaces célestes, avec la terre et les planètes.

Les circonstances qui accompagnent le mouvement d'un corps sont, 1°. sa masse; 2°. l'espace parcouru ; 3°. le temps; 4°. la vitesse ; 5°. la force qui produit le mouvement. (*Voy.* les articles MASSE, ESPACE, TEMPS, VITESSE, et FORCE.)

MOUVEMENT ACCÉLÉRÉ. C'est le mouvement d'un corps qui, dans des temps égaux et successifs, parcourt des espaces qui vont toujours en augmentant, ou celui d'un corps qui parcourt des espaces égaux dans des temps qui vont toujours en décroissant.

MOUVEMENT UNIFORMÉMENT ACCÉLÉRÉ. Le mouvement d'un corps est uniformément accéléré, lorsque les espaces qu'il parcourt, augmentent également dans des temps égaux : ce qui suppose évidemment l'action d'une puissance accélératrice, continue et constante.

La nature qui ne nous offre aucun modèle du mouvement uniforme, nous en présente souvent, soit du mouvement uniformément accéléré, soit du mouvement uniformément retardé. Les corps qui tombent librement sur la surface de la terre, se meuvent d'un

mouvement uniformément accéléré. Ceux au contraire qui se meuvent dans un sens diamétralement opposé à celui de la gravité, se meuvent d'un mouvement uniformément retardé. La pesanteur est ici, tantôt puissance accélératrice, tantôt puissance retardatrice. Il importe donc au physicien d'étudier avec soin les lois du mouvement uniformément accéléré, tel qu'il nous est offert par la nature, pour en faire ensuite l'application aux phénomènes. On les trouvera établies, soit à l'aide de l'expérience, soit à l'aide de la géométrie, au mot chute des corps. (*Voyez* CHUTE DES CORPS.)

MOUVEMENT APPARENT. Il existe entre le mouvement relatif et le mouvement apparent, une différence qu'il importe d'apprécier. Le premier consiste dans un changement de situation entre des corps; le second dépend du changement aperçu dans leur situation, et le changement aperçu dans la situation des corps, diffère presque toujours du changement réel. Car nous voyons les objets comme ils se peignent dans notre œil: le rapport apparent des objets est donc le même que celui qui existe entre leurs images tracées sur la rétine; et le changement de rapport des images, par le mouvement des corps, n'est presque jamais le même que le changement de rapport entre ces corps mêmes. En un mot, le mouvement relatif est indépendant du mouvement de l'image; le mouvement apparent change, lorsque le spectateur change de place. Le pilote transporté dans un vaisseau, en fait chaque jour l'expérience.

Si un corps est situé entre un plan et l'œil, les parties du plan se peignent sur la rétine, à côté des parties de l'image du corps: nous devons donc rapporter à la même distance le corps et les parties du plan; d'où il résulte que ce corps doit nous paroître appliqué sur le plan, quelle que soit la distance qui l'en sépare. De là vient que nous rapportons tous les corps célestes à cette voûte imaginaire qui nous paroît être la limite de l'espace. Ainsi, la lune, dont la distance à la terre s'évanouit, relativement à la distance d'Uranus, nous paroît placée avec cette planète, dans la région des étoiles.

Ce que nous venons de dire suffit pour déterminer le mouvement apparent, lorsque le mouvement d'un corps quelconque est donné, et qu'on connoît le mouvement de la terre.

En contemplant les cieux, l'observateur terrestre, quoiqu'agité de différens mouvemens, croit être en repos au centre d'une sphère qu'il imagine aux confins de l'espace où se trouvent les étoiles. L'orbe de la terre est si petit, par rapport au diamètre de cette sphère, que son centre n'est pas sensiblement changé, quoique l'observateur soit transporté avec la terre: d'où il résulte qu'en tout temps et dans tous les points de la surface de la terre, ses habitans imaginent la même sphère à laquelle ils rapportent tous les astres, et dont ils croient occuper le centre.

J'appelle *lieu imaginaire* de l'œil le centre où l'observateur se croit en repos, quoiqu'il soit animé de différens mouvemens.

Je nomme *orbite optique de l'objet* la courbe qui représente sa route apparente.

Si plusieurs objets situés à différentes distances de l'œil se meuvent suivant des directions parallèles avec

la même vitesse, ils paroîtront se mouvoir avec différentes vitesses.

Car, puisque ces objets se meuvent avec des vitesses égales, les espaces qu'ils parcourent dans le même temps sont égaux, et comme ils se meuvent à différentes distances suivant des directions parallèles, ces espaces égaux sont vus sous des angles inégaux : d'où il résulte qu'ils doivent paroître inégaux, et conséquemment que ces objets doivent paroître animés de différentes vitesses. Le plus éloigné paroît aller plus lentement, et le plus proche aller plus vite.

Un objet mu avec une vitesse quelconque paroît immobile, si à chaque seconde de temps il parcourt un espace qui ne fasse dans l'œil qu'un angle de 15 à 20 secondes.

Car les astres paroissent n'avoir aucun mouvement sensible à la vue, et cependant à chaque seconde de temps plusieurs d'entr'eux parcourent des espaces qui font dans notre œil un angle de 15 secondes.

De là vient que sur le cadran d'une montre, le mouvement de l'aiguille des heures, et même celui de l'aiguille des minutes, sont tout à fait insensibles.

Par une raison contraire, un objet qui se meut avec une vitesse extrême devient invisible, parce qu'il ne reste pas assez de temps dans chaque point de sa route pour que l'œil puisse s'y arrêter et l'apercevoir.

Si l'œil est en mouvement et l'objet en repos, les apparences sont les mêmes que si l'œil est en repos et l'objet en mouvement.

Car les apparences relatives au mouvement des objets, dépendent du mouvement de l'image qui se forme sur la rétine; et le mouvement de l'image est évidemment le même, soit que l'œil soit en mouvement et l'objet en repos, soit que l'œil soit en repos et l'objet en mouvement.

C'est pour cela, 1°. qu'un homme emporté dans un vaisseau en mouvement, s'imagine rester constamment en une même place, et que les objets situés sur le rivage, lui paroissent se mouvoir en sens contraire.

2°. C'est par une illusion semblable que le soleil et tous les astres nous paroissent circuler autour de la terre dans l'intervalle de 24 heures.

Les droites menées des points de la route réelle de l'objet aux points où l'œil du spectateur se trouve réellement aux mêmes instans, sont égales et parallèles aux droites homologues menées du lieu imaginaire de l'œil aux lieux optiques de l'objet.

Soient A, B, C (*fig.* 104, *pl.* 14.) différens points de la route réelle de l'objet, et *a*, *b*, *c* les points de la route réelle de l'œil, parcourus aux mêmes instans, tandis que le lieu imaginaire de l'œil est en S. Si on mène *e* S égale et parallèle à A*a*, *f* S égale et parallèle à B*b*, *d* S égale et parallèle à C*c*, les points *e*, *f*, *d* forment la route optique de l'objet.

Car tous les points de l'orbite optique de l'objet doivent être situés par rapport au lieu imaginaire de l'œil, de la même manière que les points homologues de l'orbite réelle de l'objet par rapport aux points correspondans de l'orbite réelle de l'œil : s'il en étoit autrement, l'illusion optique seroit nulle. Et il en résulte que les droites menées des points de la route réelle de l'objet aux points où l'œil du spectateur se trouve réellement aux mê-

mes instans, sont égales et parallèles, etc.

Il suit de là, 1°. que les droites qui joignent le vrai lieu et le lieu imaginaire de l'œil, le vrai lieu et le lieu apparent de l'objet, forment toujours un parallélogramme. Le vrai lieu de l'objet et le lieu imaginaire de l'œil, sont toujours aux extrémités d'une diagonale. Le lieu optique de l'objet et le vrai lieu de l'œil, sont aux extrémités de l'autre diagonale.

2°. Si le lieu imaginaire de l'œil étant en S (*fig.* 105, *pl.* 14), sa route réelle est *a*, *b*, *c*; et que l'objet soit immobile en A, sa route optique est une ligne *h*, *g*, *f*, égale à la route réelle de l'œil, et située dans un plan parallèle.

Car à cause des parallélogrammes *ah*, *bg*, *cf* dont SA est une diagonale commune, et en même temps une intersection commune de leurs plans, et dont les bases S*a*, S*b*, S*c* sont situées sur un même plan, qui est celui de la route de l'œil, leurs parallèles et égales A*h*, A*g*, A*f* doivent être aussi dans un même plan parallèle au plan de la route de l'œil du spectateur, et former les angles *h*A*g*, *g*A*f*, égaux aux angles *a*S*b*, *b*S*c*. Donc les points *h*, *g*, *f* doivent être dans une ligne égale à la ligne *abc*, et dans un plan parallèle, mais dans une situation renversée; c'est-à-dire, que si l'objet est placé dans le plan de la route de l'œil, la route apparente de l'objet se trouve aussi dans ce plan.

3°. Si l'objet est sans mouvement, et placé dans le lieu où le spectateur se croit en repos, l'objet paroît à l'extrémité d'une ligne égale, et située dans la même direction que la ligne menée du vrai lieu de l'œil à son lieu imaginaire.

Si l'œil se ment dans un cercle dont l'objet occupe le centre, et où le spectateur croit être en repos, le lieu optique de l'objet et le lieu réel de l'œil, se trouvent toujours aux extrémités du même diamètre; et comme les extrémités du même diamètre se meuvent toujours dans le même sens, l'objet paroît décrire le même cercle que l'œil décrit réellement et suivant la même direction. Ainsi le soleil nous paruît se mouvoir d'occident en orient dans l'écliptique, parce que le spectateur terrestre qui décrit réellement ce cercle, se croit immobile à son centre qui est réellement occupé par le soleil.

MOUVEMENT APPARENT DES CORPS CELESTES. Tous les corps célestes paroissent animés d'un mouvement qui s'effectue d'orient en occident dans l'intervalle de vingt-quatre heures. Pour apprécier ce mouvement, qui prend naissance dans le mouvement de la terre sur son axe, (*voyez* l'article MOUVEMENT DE LA TERRE) soit sur la terre T (*fig.* 106, *pl.* 14) un spectateur qui observe l'objet A suivant la direction TA: lorsque par le mouvement de la terre la ligne TA sera transportée en T*a*, si l'observateur considère l'objet suivant la même direction, le corps A lui paroîtra avoir décrit l'arc A*a*, de manière que lorsque, par le mouvement de la terre, la ligne sera revenue dans sa première position TA, le corps paroîtra avoir fait une révolution entière. Mais si le spectateur dirige sa vue par l'axe de la terre, qui est immobile, tandis que la terre tourne sur lui, le corps qui aura fixé ses regards lui paroîtra sans mouvement. Ainsi si l'on suppose l'axe de la terre prolongé des deux côtés, les deux points de la voûte céleste où il

abontira sont deux points fixes, nommés pour cette raison *pôles du monde*, sur lesquels la sphère céleste paroît tourner, et emporter dans son mouvement le système entier des corps célestes. Tous les astres doivent donc nous paroître animés d'un mouvement diurne qui leur fait décrire, dans le même temps que la terre fait sa révolution sur son axe, des cercles d'autant plus grands qu'ils sont plus éloignés des pôles.

Le mouvement diurne de tous les corps célestes s'effectue d'orient en occident, tandis que la rotation de la terre se fait d'occident en orient. Cela vient de ce que l'œil de l'observateur et l'astre qu'il considère sont aux extrémités du même rayon visuel, qui se meuvent toujours en sens contraires.

Outre ce mouvement apparent que tous les corps célestes partagent, plusieurs ont des mouvemens particuliers. Ainsi le soleil paroît animé d'un mouvement qui s'effectue d'occident en orient dans l'écliptique dans l'intervalle de 365 jours. Ce mouvement apparent du soleil prend naissance dans le mouvement de translation de la terre; car la terre se ment d'occident en orient dans une ellipse très-peu excentrique, que nous pouvons regarder comme un cercle dont le soleil occupe le centre, qui est en même temps le lieu imaginaire de l'œil : donc, d'après les lois du mouvement appareut, (*voyez* Mouvement apparent,) le lieu vrai de l'œil et le lieu optique du soleil doivent toujours se trouver aux extrémités du même diamètre; et comme les extrémités du même diamètre se meuvent dans le même sens, il est visible que tandis que le spectateur terrestre se croit en repos au lieu réellement occupé par le soleil, cet astre doit lui paroître décrire la courbe que la terre décrit réellement.

Si l'on combine le mouvement de translation de la terre avec celui des planètes, soit inférieures, soit supérieures, on verra naître de cette combinaison les mouvemens tantôt directs et tantôt rétrogrades dont elles nous présentent l'apparence. (*Voy.* Direction des planètes et Rétrogradation.)

MOUVEMENT. (Centre de) (*Voyez* Centre de mouvement.)

MOUVEMENT. (Communication du) (*Voyez* Communication du mouvement.)

MOUVEMENT COMPOSÉ. C'est celui qui est produit par plusieurs forces qui agissent ensemble sur un même corps.

Le mouvement composé est soumis à des lois particulières que nous avons établies article *Composition des forces.* (*Voyez* Composition des Forces.)

MOUVEMENT CURVILIGNE. Un corps mis en mouvement continue de se mouvoir en ligne droite, et il ne peut s'en écarter, à moins qu'il n'y soit contraint par une nouvelle impulsion. Après cette nouvelle impulsion le mouvement devient composé : des deux il en naît un troisième, qui est aussi en ligne droite, d'où il résulte qu'un corps ne peut se mouvoir en ligne courbe s'il n'est animé à chaque instant par une nouvelle impulsion ; car on ne peut réduire une courbe à des lignes droites si elle n'est conçue, divisée en parties infiniment petites. Le *mouvement curviligne* n'est donc autre chose qu'une suite non interrompue de mou-

vemens en lignes droites formant entre elles des angles très-obtus. Les lois du mouvement curviligne sont exposées et démontrées article *Force centrale*. (*Voyez* Force centrale.)

MOUVEMENT DE LA LUNE. La lune est animée d'un mouvement de translation dans un orbe elliptique dont la terre occupe un des foyers. (*Voyez* Lune.) A ce mouvement se joint un mouvement de rotation dont l'existence repose sur le grand nombre des taches invariables que présente la surface de la lune aux regards de l'observateur; elles font voir que la lune tourne constamment le même hémisphère vers la terre, et conséquemment qu'elle a sur son axe un mouvement qui se fait dans le même temps que son mouvement de translation autour de la terre.

Pour rendre sensible la justesse de cette conclusion, soit la lune en N dirigeant vers la terre T l'hémisphère *m n i* (*fig.* 107, *pl.* 14) si la lune n'avoit pas un mouvement de rotation, lorsqu'elle seroit en B après avoir parcouru le quart de son orbite, la ligne *m i* se confondroit avec la ligne *l n*, et l'hémisphère *m n i* avec l'hémisphère *l m n*: donc la lune dépouillée de son mouvement de rotation ne tourneroit pas constamment le même hémisphère vers la terre. Pour que l'hémisphère tourné vers la terre soit constamment le même, il faut évidemment que lorsque la lune partant du point N est parvenue en B, l'hémisphère qui seroit en *l m n* soit en *m n i*, et conséquemment que la lune ait fait un quart de révolution sur son axe pendant qu'elle a décrit le quart de son orbite.

Les taches de la lune, quoiqu'invariables, paroissent néanmoins animées d'un léger mouvement qui fait qu'on les voit s'approcher et s'éloigner alternativement de ses bords. Celles qui en sont les plus voisines disparoissent et reparoissent successivement en faisant des oscillations périodiques qu'on appelle *Libration de la lune*. (*Voyez* Libration de la lune et Taches de la lune.)

Le mouvement de la lune dans son orbite éprouve des altérations dont nous déterminons la cause article *Lune*. (*Voyez* Lune.)

MOUVEMENT DES PLANÈTES. Toutes les planètes sont animées d'un mouvement réel de translation. Dans des ellipses très-peu excentriques dont le centre du soleil occupe un des foyers.

L'existence de ce mouvement est fondée pour les planètes inférieures sur les phases qu'elles présentent et sur les variations de leur diamètre apparent. (*Voyez* Planètes et Phases.)

Quant aux planètes supérieures, leurs diamètres apparens sont à leur maximum dans l'opposition; ils diminuent ensuite à mesure qu'elles se rapprochent du soleil. La terre n'est donc point au centre du mouvement de ces astres. Avant l'opposition, le mouvement direct de ces planètes se change en mouvement rétrograde, et c'est au moment de l'opposition que leur vitesse rétrograde est la plus grande; après l'opposition, le mouvement de ces planètes redevient direct, lorsqu'en se rapprochant du soleil elles en sont autant éloignées qu'au commencement de la rétrogradation. Ce qui fait voir que le mouvement observé de ces planètes prend naissance dans les deux

mouvemens alternativement conspirans et contraires dont l'un est réglé sur celui du soleil. (*Voyez* DIRECTION DES PLANÈTES et RÉTROGRADATION.)

La terre se meut aussi autour du soleil. L'existence de ce mouvement qui n'avoit pas même été soupçonnée par les premiers observateurs, repose aujourd'hui sur des preuves rigoureuses que nous développerons article mouvement de la terre. (*Voyez* MOUVEMENT DE LA TERRE.)

Le mouvement des planètes dans des orbes elliptiques dont le soleil occupe un des foyers, est le résultat de deux forces combinées; l'une projectile que les planètes ont reçue de la nature, et qui est uniforme et constante; l'autre accélératrice, qui sollicite sans cesse les planètes vers le soleil, et qui varie en raison directe des masses et en raison inverse du carré des distances. (*Voyez* les mots ATTRACTION et FORCE CENTRALE.)

Indépendamment du mouvement de translation qui anime toutes les planètes, elles ont un mouvement de rotation dont l'existence n'est pas équivoque, du moins par rapport à Mars, à Jupiter et à Vénus. On observe sur leur surface des taches animées d'un mouvement très-sensible qui atteste la rotation de ces planètes.

Mercure, Saturne et Uranus sont situés de manière que leurs taches ne nous sont pas visibles. La première de ces planètes est au voisinage du soleil, elle nous paroît presque toujours plongée dans ses rayons dont l'éclat dérobe ses taches à nos regards. Le grand éloignement des deux autres nous empêche d'y observer des taches : d'où il résulte que nous ne pouvons nous assurer de la rotation de ces planètes. Car ce n'est qu'au moyen de la disparition et du retour des taches qu'on peut démontrer leur rotation. Mais l'analogie nous porte à croire que ces planètes jouissent comme les autres d'un mouvement de rotation.

Mouvement de projection.

Tout corps lancé parallèlement ou obliquement à l'horizon, est animé par deux forces, dont l'une est la pesanteur, et l'autre la puissance qui lui donne l'impulsion. La direction de la pesanteur ne change pas, parce que toutes les lignes qui, dans l'espace que le corps traverse, tendent au centre de la terre, peuvent être regardées comme parallèles : d'où il résulte que le mouvement de projection est un mouvement composé de deux mouvemens; le premier uniforme, suivant la ligne de projection; le second accéléré vers le centre de la terre.

Soit le corps A (*fig.* 108, *pl.* 14) lancé suivant la ligne AH parallèle à l'horizon, et cette ligne AH divisée en parties égales AB, BG, GH. Tandis que le corps parcourt la ligne AB, il est porté par l'action de la pesanteur à se mouvoir perpendiculairement à l'horizon; que l'espace qui seroit parcouru en vertu de ce mouvement soit exprimé par la ligne BE perpendiculaire sur AH : alors le corps, animé en même temps par deux forces AB et BE, décrit, dans le premier instant, la diagonale du parallélogramme ABEK. Dans le second instant, le corps continueroit, en vertu de la force qu'il a reçue, de parcourir la ligne BG ou son égale EM; mais en vertu de la pesanteur, il devroit décrire dans le même temps la ligne ES, triple de

BE. (*Voy.* Chute des corps.) C'est pourquoi le corps A se mouvra encore sur la diagonale EF du parallélogramme EMSF. Dans le troisième instant, le corps lancé par la puissance devroit parcourir la ligne GH un son égale FO; en vertu de la pesanteur, il parcourroit la ligne FR cinq fois plus grande que BE : il doit donc parcourir la diagonale FL du parallélogramme FOLR. On doit concevoir de la même manière le mouvement du corps A, quelle que puisse être la direction de la ligne AH, supposée obliqoe à l'horizon.

Toutes ces diagonales AE, EF, FL jointes ensemble, forment une des sections coniques qu'on nomme parabole; car la ligne BE ou AK est à GF ou AP comme 1 est à 4, et conséquemment comme $AB^2 :: AG^2$, ou comme $KE^2 : PF^2$; or, en prenant AN pour l'axe de la courbe, AK, AP en sont les abscisses, et KE, PF les ordonnées correspondantes : donc dans cette courbe les abscisses sont comme les carrés des ordonnées correspondantes; propriété qui caractérise la parabole.

Il suit de là que la parabole peut servir à déterminer de quelle manière les corps animés d'un mouvement de projection, devroient se mouvoir dans le vide; et c'est sur cela qu'est fondée toute la science de la balistique, ou l'art de mesurer le jet d'une bombe ou d'un boulet.

Veut-on atteindre le but C (*fig.* 109, *pl.* 14), en y jetant le corps A avec une vitesse égale à celle qu'il acquerroit en tombant de la hauteur DA, on peut déterminer de la manière suivante la direction dans laquelle le corps doit être lancé. Menez sur l'horizon la perpendiculaire AP quadruple de AD, coupez-la par le milieu en G, où doit passer la ligne HGK parallèle à l'horizon; menez du point A au but C la ligne AC sur laquelle vous abaissez la perpendiculaire AK prolongée jusqu'à ce qu'elle coupe la ligne HGK; prenant K pour centre, décrivez un cercle avec le rayon AK; menez ensuite sur l'horizon AB une perpendiculaire qui passe par le but, et qui coupe le cercle en E et en I. Cela posé, si vous jetez le corps suivant la ligne AE ou AI, il passera à travers le but C.

Un corps qui tombe de la hauteur DA d'un mouvement uniformément accéléré, parcourroit, dans le même temps, d'un mouvement uniforme un espace double de DA, avec la vitesse acquise à la fin de sa chute. (*Voyez* Chute des corps.) De plus, le temps dans lequel un corps qui se meut toujours avec la même vitesse, parcourt un espace double de DA, est au temps dans lequel il parcourra AE avec la même vitesse, comme 2 DA est à AE; mais le temps dans lequel il passe par AE doit être égal à celui dans lequel il passe EC pour atteindre le but C. Le carré du temps dans lequel le corps parcourt en tombant la longueur DA, est au carré du temps dans lequel il parcourt dans sa chute la longueur EC d'un mouvement uniformément accéléré, comme DA est à EC : donc $4DA^2 : AE^2 :: DA : EC$; donc $4DA^2 \times EC = AE^2 \times DA$: donc $4DA \times EC = AE^2$; donc $4DA : AE :: AE : EC$. Or, cela est ainsi, car les triangles APE, ACE sont semblables, puisque l'angle CEA = EAP et CAE = APE : donc PA : AE :: AE : EC; mais PA = 4DA : donc, etc.

En supposant que le but fût sur l'horizon même au point B, la ligne AK seroit la même que AG.

Si on eût placé le but au point x ou au point y, on auroit dû lancer le corps A suivant la direction AH. La distance du corps au but étant connue sous le nom d'*amplitude de la parabole*, elle sera la plus grande possible lorsqu'on voudra toucher un point sur l'horizon même, si la direction AH forme avec l'horizon un angle de 45° : toutes les autres directions qui sont de chaque côté éloignées de H d'un égal nombre de degrés, feront que l'amplitude de la parabole sera moindre, et que le même point de l'horizon sera frappé, soit que l'on jette le corps A suivant l'une ou l'autre de ces directions.

Nous avons supposé jusqu'ici les corps mus dans le vide. *Newton* a recherché de quelle manière ils se mouvroient à travers les fluides qui opposent de la résistance, et il a trouvé qu'ils ne décriroient pas une parabole, mais une autre courbe qui approche fort de l'hyperbole.

MOUVEMENT DU SOLEIL. Le soleil a deux mouvemens apparens et un mouvement réel.

Les mouvemens apparens du soleil sont, l'un diurne qu'il partage avec tous les corps célestes, et qui se fait d'orient en occident; l'autre annuel qui s'effectue d'occident en orient dans l'écliptique, dans le même temps que la terre emploie à faire sa révolution. (*Voyez* MOUVEMENT APPARENT DES CORPS CÉLESTES.)

Le mouvement réel qui anime le soleil, est un mouvement de rotation qui ne détruit point son immobilité par rapport aux autres corps célestes. On aperçoit très-souvent sur la surface du soleil, des taches noires dont le nombre, la figure, la grandeur et la situation sont très-variables. Quelle que soit la nature de ces taches, leur existence n'est pas équivoque, et elle atteste le mouvement du soleil sur son axe. Si le soleil n'avoit pas ce mouvement, il ne tourneroit successivement toute sa surface vers la terre, qu'une fois dans le cours d'une année; et l'observation suivie de ces taches, ne nous permet pas de douter que le soleil montre sa surface tout entière aux habitans de la terre, dans l'intervalle de vingt-cinq jours et demi.

La combinaison du mouvement du soleil dans l'écliptique avec son mouvement diurne, fait naître la différence des saisons. (*Voy.* SAISONS.)

MOUVEMENT DE LA TERRE. Les apparences célestes sont les mêmes, soit que le soleil, accompagné des planètes et des satellites, tourne autour de la terre, soit que la terre, ainsi que les planètes, se meuve autour du soleil. Cette parfaite conformité dans les apparences a fait naître, sur la réalité du mouvement de la terre, des doutes qu'il importe de détruire.

1°. La simplicité des lois de la nature atteste le mouvement de translation de la terre. Si le centre du soleil coïncidoit avec celui de la terre, son volume embrasseroit l'orbe de la lune, et s'étendroit une fois plus loin, d'où il suit que le volume de la terre est incomparablement plus petit que celui du soleil et de plusieurs planètes: il est donc beaucoup plus simple de faire tourner la terre autour du soleil que de faire mouvoir autour d'elle tout le système planétaire. L'immobilité de la terre entraîneroit évidemment dans les mouvemens célestes une complication et une rapidité que son mouvement de

translation autour du soleil fait aisément évanouir.

2°. L'analogie confirme l'existence de ce mouvement. Autour de la Terre, de Jupiter, de Saturne et d'Uranus circulent des satellites qui ont beaucoup moins de masse que leurs planètes respectives. Autour du Soleil se meuvent des corps plus petits, Mercure, Vénus, Jupiter, Saturne et Uranus. Si la terre tourne avec eux; par tout, dans le système planétaire, les petits corps circulent autour des grands corps qui sont à leur voisinage. Mais si la terre est immobile, cette loi souffre une exception en faveur du soleil, qui, quoique supérieur en masse, circule cependant autour d'elle.

3°. L'examen réfléchi des lois de la nature démontre parfaitement la réalité du mouvement de translation de la terre. Plusieurs corps circulent autour du Soleil, de Jupiter, de Saturne et d'Uranus, et la lenteur de leur mouvement augmente avec la distance du centre de leur révolution, de manière que les carrés des temps périodiques suivent le rapport des cubes des distances. Cela a lieu pour la terre si elle tourne avec les autres planètes autour du soleil, comme il est aisé de s'en convaincre en comparant son temps périodique (c'est-à-dire le temps dans lequel le soleil paroît achever une révolution entière,) et sa distance du soleil avec les distances et les temps périodiques des autres planètes. Mais cette loi souffre, par l'immobilité de la terre, une atteinte qui détruit sa généralité : non seulement la vitesse du soleil, circulant autour de la terre, est plus grande que cette loi ne le prescrit, elle surpasse encore vingt-six fois au moins la vitesse de la lune, quoiqu'elle soit beaucoup moins éloignée de la terre que le soleil.

4°. La terre et le soleil tendent réciproquement l'un vers l'autre avec des forces égales, à cause de la réaction égale et opposée à l'action : donc leurs vitesses sont en raison réciproque des masses; et comme la masse de la terre est presque nulle, relativement à celle du soleil, il s'ensuit que le soleil doit se mouvoir très-lentement pendant que la terre est animée d'un mouvement très-violent qui l'entraîneroit vers cet astre si elle ne circuloit autour de lui.

Nous pouvons invoquer, en faveur du mouvement de rotation de la terre, des preuves analogues à celles qui ont servi à établir son mouvement de translation.

1°. La masse de la terre est incomparablement plus petite que celle du soleil. Cet astre est d'ailleurs éloigné de nous d'environ vingt-trois mille rayons terrestres. N'est-il pas infiniment plus simple de supposer à la terre un mouvement de rotation sur son axe que d'imaginer dans une masse aussi énorme et aussi distante que le soleil le mouvement extrêmement rapide qui lui seroit nécessaire pour tourner dans un jour autour de la terre? Quelle force immense ne faudroit-il pas alors pour balancer sa force centrifuge? Chaque astre présente de pareils inconvéniens que la rotation de la terre peut seule faire disparoître.

2°. Le pôle de la terre paroît se mouvoir lentement autour de celui de l'écliptique, et ce mouvement donne naissance au phénomène de la précession des équinoxes. Si la terre est immobile, son pôle est sans mouve-

ment : l'écliptique se meut donc alors sur ses pôles, et dans ce mouvement elle entraîne tous les astres. Le système entier de tant de corps si différens par leur grandeur, leur mouvement et leur distance seroit donc encore soumis à un mouvement général que le mouvement de l'axe de la terre autour des pôles de l'écliptique fait aisément évanouir.

3°. Un navigateur se croit d'abord immobile avec le vaisseau qui l'emporte, tandis que tous les objets extérieurs lui paroissent en mouvement. En réfléchissant sur la petitesse du vaisseau, comparée à l'immensité du rivage et des plaines, il reconnoît sans peine que le mouvement de tous les objets extérieurs n'est qu'un mouvement apparent auquel son mouvement réel donne naissance. Emportés d'un mouvement commun à tous les corps terrestres, nous sommes dans le cas du pilote emporté par le vaisseau. Les astres dispersés dans l'espace sont à notre égard ce que les montagnes et les plaines sont par rapport au navigateur; et les mêmes motifs qui le portent à croire qu'il se meut réellement nous attestent la réalité du mouvement de la terre.

4°. Toutes les planètes sur lesquelles on peut faire des observations, par rapport au mouvement de la terre, ont un mouvement de rotation : n'est-il pas naturel de penser que la terre a un semblable mouvement?

En vain opposeroit-on que dans l'hypothèse du mouvement de rotation de la terre, tous les corps placés sur sa surface devroient s'en écarter, en vertu de la force centrifuge, suivant la direction de la tangente aux cercles parallèles à l'équateur. Cela arriveroit sans doute, si la force centrifuge que fait naître le mouvement de rotation, n'étoit balancée par une force contraire qui enchaîne les corps aux points de la surface de la terre sur lesquels ils se trouvent placés. Les corps placés sur la surface de la terre, tendent en effet à se mouvoir le long de la tangente : ils sont d'ailleurs sollicités vers le centre de la terre, en vertu de leur pesanteur : donc ils font à chaque instant effort pour se mouvoir d'un mouvement composé de ces deux, et comme le premier est très-petit relativement au second, il en résulte que les corps terrestres se détournent peu de leur direction vers le centre, et que conséquemment le mouvement de rotation de la terre ne peut leur faire abandonner la place qu'ils occupent.

Un corps lancé verticalement de bas en haut, a non seulement le mouvement par lequel il est lancé; il est encore animé d'un mouvement commun au point de la surface de la terre auquel il répond; d'où il résulte qu'il se meut par rapport à la surface de la terre en mouvement, dans la même ligne dans laquelle il seroit transporté, si la terre étoit immobile.

Le mouvement de translation et le mouvement de rotation de la terre ne sont pas des mouvemens distincts produits par des impulsions différentes; ils résultent d'un seul mouvement imprimé à la terre, suivant une direction qui ne passe point par son centre de gravité. En vertu de ce mouvement, elle tourne en même temps autour du soleil et sur son axe.

MOUVEMENT DE L'AXE DE LA TERRE. L'axe de la terre est agité d'un léger mouvement rétrograde qui, sans troubler sensiblement

son parallélisme, ni conséquemment son inclinaison avec le plan de l'écliptique, fait décrire à ses extrémités, c'est-à-dire aux pôles du monde, des cercles d'orient en occident, autour des pôles de l'écliptique, dans l'espace de 25920 ans. Cette période se nomme la *grande année*.

Le spectateur terrestre se croyant immobile avec le globe qu'il habite, rapporte ce mouvement aux corps célestes : de là vient que tandis que les pôles du monde se meuvent d'un mouvement rétrograde autour des pôles de l'écliptique, et passent successivement par tous les points éloignés de ces pôles de 23 degrés 29 minutes, les mêmes points ou plutôt les étoiles qui y sont fixées, paroissent approcher successivement des pôles du monde, et décrire d'un mouvement direct, des cercles que décrivent réellement les pôles du monde autour des pôles de l'écliptique. Toutes les autres étoiles paroissent avoir un semblable mouvement, parce qu'elles conservent entr'elles une position constante : c'est pourquoi la sphère entière des étoiles paroît se mouvoir autour de l'axe de la terre qui passe par les pôles de l'écliptique, et conséquemment toutes paroissent animées d'un mouvement direct qui, sans altérer leur latitude, leur fait décrire des cercles parallèles à l'écliptique.

Le plan de l'équateur fait avec l'axe de la terre un angle droit : d'où il résulte que le mouvement de cet axe fait tourner l'intersection du plan de l'équateur avec celui de l'écliptique, et conséquemment que les premiers points du Bélier et de la Balance, qui sont toujours opposés, décrivent l'écliptique entière d'un mouvement rétrograde dans l'espace de 25920 ans. Ce transport du premier point du Bélier et de la Balance, fait que le Soleil, quand il s'est éloigné de l'un de ces points, y revient avant qu'il ait achevé sa révolution dans l'écliptique; et ce retour anticipé du Soleil donne naissance à un phénomène connu sous le nom de *précession des équinoxes*. (*Voy.* Précession des équinoxes.)

Nous avons dit, au commencement de cet article, que le léger mouvement rétrograde dont l'axe de la terre est animé, n'altère pas sensiblement son inclinaison sur le plan de l'écliptique. Cela n'est pas rigoureusement exact : son inclinaison est sujette, d'après la découverte de *Bradley*, à de très-légères oscillations, qui l'élèvent et qui l'abaissent alternativement sur le plan de l'écliptique. L'étendue de ces oscillations est d'environ 18". C'est ce qu'on appelle *nutation de l'axe de la terre*. Sa période est d'environ 19 ans. (*Voyez* Nutation de l'axe de la terre.)

MOUVEMENT RECTILIGNE. C'est celui qui se fait en ligne droite.

Le mouvement naturel des corps est le mouvement rectiligne (*Voyez* inertie.)

MOUVEMENT RÉFLÉCHI. C'est le mouvement d'un corps qui rencontre sur sa route un obstacle impénétrable qui le fait rejaillir après le choc. Tel est le mouvement d'un corps élastique lancé contre un plan inébranlable. (*Voy.* Choc des corps élastiques.)

MOUVEMENT RÉFRACTÉ. C'est le mouvement d'un corps qui passe obliquement d'un milieu dans un autre de différente densité.

Le mouvement réfracté suppose le changement de milieu et l'obliquité

d'incidence sur la surface qui sépare ces deux milieux. (*Voyez* Réfraction.)

MOUVEMENT RETARDÉ C'est celui d'un corps qui, dans des temps égaux et successifs, parcourt des espaces qui vont toujours en diminuant, ou celui d'un corps qui parcourt des espaces égaux dans des temps qui vont toujours en augmentant.

MOUVEMENT UNIFORMÉMENT RETARDÉ. Un corps se meut d'un mouvement uniformément retardé lorsqu'il parcourt des espaces qui diminuent également dans des temps égaux : ce qui suppose l'action d'une puissance retardatrice continue et constante. Tel est le mouvement des corps auxquels nous donnons une impulsion suivant une direction contraire à celle de la pesanteur.

Les lois du mouvement uniformément retardé, se déduisent avec la plus grande facilité de celles qui maîtrisent le mouvement uniformément accéléré. (*Voy.* Chute des corps.)

MOUVEMENT UNIFORME. C'est celui d'un corps qui parcourt des espaces égaux dans des temps égaux.

Le mouvement naturel des corps, est le mouvement uniforme et rectiligne. (*Voy.* Inertie.)

Cependant la nature ne nous offre aucun modèle de cette sorte de mouvement. Ce qui vient sans doute du frottement, et de la résistance que les fluides opposent au mouvement des corps. (*Voy.* Frottement et Résistance des fluides.)

Les lois du mouvement uniforme sont fondées sur la proportionnalité de l'espace à la vitesse. (*Voy.* Vitesse.)

MYOPE. On donne ce nom à tous ceux qui ne peuvent voir distinctement que les objets situés au voisinage de l'œil. Cela vient de ce que les rayons lumineux qui partent de chaque point de l'objet arrivant à l'œil trop peu divergens se réunissent entre le cristallin et la rétine Il faut donc augmenter la divergence des rayons en approchant davantage l'objet de l'organe de la vision.

Le défaut de la vue des myopes vient de la forme du cristallin, ou de la distance à laquelle il se trouve de la rétine. Si le cristallin est trop convexe, il rend les rayons trop convergens (*voyez* Réfraction); de manière qu'ils se réunissent trop près du cristallin, et avant d'avoir atteint la rétine. La même chose arrive si, le cristallin ayant la convexité convenable, il se trouve à une trop grande distance de la rétine.

Il est visible que la trop grande convexité de la cornée doit faire naître dans la vue le même défaut que la trop grande convexité du cristallin : de là vient que toutes les personnes qui ont les yeux fort gros, ou la cornée fort convexe, sont myopes.

Le défaut des vues myopes diminue avec le temps, parce que l'œil s'applatit à mesure que l'on avance en âge. Le cristallin et la cornée acquièrent ainsi la convexité propre à faire réunir les rayons sur la rétine. C'est sans doute ce qui a donné lieu à cet adage vulgaire, que les vues courtes sont les meilleures, c'est-à-dire, celles qui se conservent le mieux et le plus longtemps.

Les myopes peuvent corriger le défaut de leur vue à la faveur d'un verre concave placé entre l'œil et l'objet. Alors les rayons entrent dans l'œil plus divergens que s'ils partoient direc

tement de l'objet ; et conséquemment ils se réunissent plus tard au fond de l'œil, qu'ils ne feroient s'ils partoient de l'objet même. (*Voyez* Verre, Lentille, et Vision confuse.)

N

NADIR. Si l'on conçoit une droite verticale qui, passant par le centre de la terre, se prolonge jusqu'à la concavité de l'hémisphère inférieur du ciel, le point où elle va aboutir se nomme *nadir*.

Le nadir est diamètralement opposé au zénith (*voyez* Zénith) ; et conséquemment il en est éloigné d'une demi circonférence, c'est-à-dire, de 180 degrés ou de 200 degrés (nouvelle division du cercle) : d'où il suit que le nadir est distant de 90 degrés de tous les points de l'horizon. Le nadir est donc un des pôles de l'horizon.

Chaque homme a son nadir particulier, et il en change à chaque pas qu'il fait, de même qu'il change de zénith et d'horizon.

Le nadir seroit le zénith de nos antipodes, si la terre étoit exactement sphérique ; cela n'est pas : il n'y a donc que les lieux situés sous l'équateur ou sous les pôles, dont le nadir soit le zénith de leurs antipodes. (*Voyez* Zénith, Antipodes, et Figure de la terre.)

NAGER. Action par laquelle un homme ou un animal se soutient sur l'eau, quoique sa pesanteur spécifique soit plus grande que celle du liquide.

C'est une des lois bien connues de l'équilibre des fluides, qu'un corps plongé dans un liquide, dont la pesanteur spécifique est moindre que celle du solide, doit se précipiter au fond en vertu de l'excès de son poids sur celui d'un égal volume de liquide. (*Voy.* Fluides, article qui traite de l'équilibre des corps flottans et des corps plongés.)

Pour vaincre cette pesanteur respective qui n'est pas considérable dans les hommes et les animaux, il suffit de dilater un peu sa poitrine et de donner aux bras et aux jambes quelques mouvemens suivant une direction contraire à celle de la pesanteur ; et c'est précisément ce que font les hommes et les animaux qui nagent.

La nature a donné aux animaux brutes la faculté de nager : les hommes ne l'acquièrent que par l'exercice. Parmi les physiciens qui se sont occupés de chercher la raison de cette différence, quelques-uns ont prétendu que l'homme nageroit naturellement comme les autres animaux, s'il n'en étoit empêché par la peur qui toujours augmente le danger ; mais l'expérience n'a pas tardé à détruire cette explication. Que l'on jette dans l'eau quelque bête qui vient de naître, elle nagera ; que l'on y jette un enfant qui ne soit pas encore susceptible d'éprouver le sentiment de la crainte, il ne nagera point, et il descendra au fond de l'eau. La cause du phénomène qui nous occupe n'est donc point une cause morale. Il faut la chercher dans la différence qui existe entre la structure du corps humain et celle de l'animal brute, surtout par rapport à la position du centre de gravité. Dans l'homme c'est la tête qui a un poids excessif relativement à celui du reste de son corps, ce qui fait que sa tête plonge la première, s'il ne fait des efforts pour la soutenir. Dans l'animal brute, au au contraire, le poids de la tête n'est pas proportionné à celui du reste de

leur corps, ce qui fait qu'ils n'ont aucune peine à tenir leur tête hors de l'eau.

Ajoutons à cela que le mouvement naturel que font les animaux brutes pour sortir de l'eau quand on les y jette, est un mouvement propre par lui-même à les y soutenir. Car un animal à quatre pieds qui nage, est dans la même situation et fait les mêmes mouvemens que lorsqu'il marche sur la terre ferme. Il n'en est pas ainsi de l'homme; l'effort qu'il feroit pour marcher dans l'eau, en conservant la même situation que lorsqu'il marche naturellement, ne serviroit qu'à déterminer son immersion.

L'art de nager ne peut donc être naturel à l'homme : il l'acquiert principalement par l'exercice qui lui donne l'adresse de tenir la tête hors de l'eau, de manière que le nez et la bouche étant en liberté, il respire facilement : le mouvement et l'extension de ses pieds et de ses mains suffisent pour le soutenir vers la surface de l'eau, et il s'en sert comme de rames pour conduire son corps.

NATURE. Le mot nature est souvent pris sous des acceptions différentes.

Tantôt il désigne l'assemblage de tous les corps qui composent l'univers;

Tantôt il exprime cette puissance invisible qui régit l'univers, et qui a imprimé à la matière des mouvemens soumis à des lois invariables.

Quelquefois on l'emploie à désigner les principes élémentaires des corps : ainsi le chimiste qui s'occupe de leur décomposition, croit connoître leur nature, lorsqu'il est parvenu aux derniers résultats de l'analyse.

NAVIRE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie australe du ciel, qui est située au-dessous de la Boussole et de la machine pneumatique, et au-dessus de la Colombe, du Chevalet, de la Dorade et du Poisson volant. C'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée;* et *Lacaille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. 20.

La constellation du Navire renferme deux étoiles de la première grandeur, placées sur les rames, et dont l'une est connue sous le nom de *Casiopus.* Ces étoiles ont une déclinaison australe qui ne leur permet pas de se montrer sur notre horizon : ce qui fait que nous ne voyons jamais que la partie supérieure de la constellation du Navire.

NÉBULEUSES (Étoiles). C'est ainsi que les astronomes appellent de petites taches blanchâtres qu'on aperçoit dans le ciel : à la vue simple, elles ont plusieurs traits de ressemblance avec des étoiles peu lumineuses; à l'aide du télescope elles paroissent comme un assemblage de plusieurs étoiles fort voisines les unes des autres, ou comme une blancheur large et irrégulière dans laquelle on ne distingue point d'étoiles.

NEIGE. Eau congelée, qui dans certaines circonstances, tombe du sein de l'atmosphère sur la surface de la terre, sous la forme d'une multitude de flocons, séparés les uns des autres pendant leur chute, et qui ont tous une blancheur éblouissante.

La neige affecte, dans sa cristallisation, la forme de petites étoiles hexagonales, qui se terminent en pointes très-aiguës, et qui se grou-

pant les unes sur les autres, forment un grand nombre de figures régulières. S'il arrive quelquefois que la neige n'offre aucune trace de sa cristallisation primitive, il faut en attribuer la cause, ou à la vitesse de sa chute, ou à l'abondance avec laquelle elle tombe, ou enfin à une température trop élevée dans les couches atmosphériques qu'elle traverse. Ces circonstances réunies ou isolées, doivent nécessairement faire éprouver une altération sensible aux cristaux dont la neige se compose; et alors leur réunion ne doit présenter que des masses floconneuses.

Ce qu'il y a de singulier, c'est que la figure de la neige, qui varie dans différens temps, est constamment la même dans le même jour, ou du moins dans la même ondée, c'est-à-dire que les flocons qui tombent ensemble ne diffèrent qu'en grosseur; mais ils ont tous la même figure, de manière que la neige d'aujourd'hui peut bien avoir une figure différente de celle qu'avoit la neige d'hier; mais l'arrangement des petits glaçons est constamment le même dans tous les flocons qui tombent dans la même ondée. Cela vient probablement de ce que les flocons de neige qui tombent le même jour ou dans la même ondée, se forment dans des circonstances semblables, ce qui n'a pas lieu pour ceux qui tombent dans des jours différens.

La neige est beaucoup plus légère que la glace ordinaire. Le volume de la glace ne surpasse que d'environ un neuvième celui de l'eau qui a servi à la former, tandis que la neige qui vient de tomber a dix ou douze fois plus de volume que l'eau qu'elle fournit étant fondue. *Muschembrock* prétend avoir mesuré avec exactitude de la neige qui étoit en forme d'étoiles, et l'avoir trouvée vingt quatre fois plus rare que l'eau.

Lorsqu'il n'est tombé qu'un ou deux centimètres de neige, on la voit disparoître en moins de deux jours, par un vent sec, et au plus fort de la gelée: d'où il résulte que l'évaporation de la neige est très-considérable; et cela vient sans doute de ce qu'étant composée d'un grand nombre de particules de glace assez désunies, elle présente à l'air une infinité de surfaces.

La neige cède facilement à la compression; et lorsqu'elle est fortement comprimée, elle perd en partie son opacité et sa blancheur. Ce phénomène n'a rien qui puisse exciter de la surprise; car, aux yeux d'un observateur attentif, chacun des petits glaçons dont la neige se compose jouit de la transparence; d'ailleurs, dans une masse de neige, tous les petits glaçons sont séparés par des intervalles remplis d'air dont la réfrangibilité diffère beaucoup de celle de la neige. Le fluide lumineux doit donc éprouver un grand nombre de réfractions qui doivent donner à la neige l'opacité et la blancheur. Mais par une forte compression, on rapproche beaucoup les particules de neige; on chasse l'air qui avant la compression, se trouvoit interposé entre les petits cristaux: les milieux que le fluide lumineux doit traverser, diffèrent donc moins en réfrangibilité; ce qui fait qu'il souffre beaucoup moins de réflexions, et que conséquemment la neige perd en partie sa blancheur et son opacité.

Puisque la neige réfléchit fortement le fluide lumineux, son aspect, long-temps soutenu, doit blesser des yeux foibles et délicats. Ne soyons

donc pas surpris que l'armée de Cyrus, ayant marché quelques jours à travers des montagnes couvertes de neige, plusieurs soldats aient perdu entièrement la vue, et que beaucoup d'autres aient éprouvé dans cet organe délicat, une dangereuse inflammation.

Lorsque la neige paroît après quelques jours de fortes gelées, on observe que le froid, quoique toujours voisin de la congélation, éprouve une diminution sensible, c'est que d'une part, le temps doit être sombre et couvert pour qu'il neige, et que de l'autre, les vents de sud, d'ouest, etc., qui couvrent le ciel de nuages, diminuent presque toujours l'activité du froid. J'ai dit, presque toujours, car personne n'ignore qu'il neige quelquefois par un froid très-vif et très-piquant, qui augmente ensuite après la chute de la neige. *Muschembrock* a observé que la neige qui tombe sous la forme d'aiguilles est toujours suivie d'un froid excessif; celle qui tombe par un temps doux, et qui est mêlée de pluie, prend la forme de gros flocons.

La neige a une influence marquée sur la constitution de l'atmosphère. Les vents qui ont passé sur des montagnes couvertes de neige refroidissent toujours les plaines voisines où ils se font sentir. Les neiges qui couvrent sans cesse le sommet des Cordilières, tempèrent beaucoup les ardeurs brûlantes du Pérou. Il en est de même de plusieurs autres contrées situées dans la zone torride, ou hors de cette zone, au voisinage des tropiques.

Personne n'ignore que la neige alimente, en se fondant, les ruisseaux et les fleuves, et que sa fonte trop subite cause souvent des inondations désastreuses.

La neige qui couvre les plantes pendant les rigueurs de l'hiver, donne à la végétation que le printems développe, plus d'activité et d'énergie, lorsque la fonte de la neige se fait lentement, et pour ainsi dire par degrés; si elle fondoit subitement, elle pourroit altérer ou même détruire l'organisation des végétaux. Rien n'est surtout plus nuisible aux arbres et aux plantes, qu'une neige qui, séjournant sur la terre, se fond en partie pendant le jour, pour se geler de nouveau la nuit suivante. C'est ce qui détermina, dans plusieurs contrées de la France, la perte d'un grand nombre d'arbres précieux, pendant l'hiver de 1755.

La neige n'étant que de l'eau congelée, il est visible qu'elle ne peut se former que lorsque l'air abandonne l'eau dans des couches atmosphériques refroidies au degré de la congélation ou au-delà. Si la neige traverse dans sa chute des couches d'air chaud, il est clair qu'elle sera fondue avant de parvenir à la surface de la terre : de là vient sans doute qu'on ne voit jamais de la neige dans la zone torride, ni pendant les ardeurs de l'été, dans les contrées que nous habitons, si ce n'est sur le sommet des hautes montagnes.

NEWTONIANISME. Nous entendons par *newtonianisme*, les principes lumineux et féconds dont *Newton* a enrichi la physique, et leurs heureuses applications aux plus importans phénomènes qui nous soient offerts par la nature.

Le péripatétisme expiroit sous les coups que lui avoit portés Descartes; et déjà les tourbillons imaginés par ce grand homme, occupoient au nom de l'Europe savante, l'immensité des cieux, pour animer tout le système

planétaire ; lorsque la nature préparoit en silence l'homme de génie qui devoit détruire ces brillantes chimères, et nous dévoiler le mécanisme de l'univers.

Ce bienfait rendu aux sciences date de l'année 1642, époque à jamais mémorable de la naissance de *Newton*. L'Angleterre a été sa patrie; et Woolstrop, le lieu qui l'a vu naître. Les ouvrages élémentaires des sciences physiques et mathématiques furent un jeu pour sa première jeunesse; la lecture de la géométrie de *Descartes*, de l'optique de *Kepler*, et de l'arithmétique des infinis de *Wallis*, ne tarda pas à lui devenir familière; et bientôt il s'ouvrit une nouvelle carrière, qui le conduisit, avant même d'avoir atteint la maturité de l'âge, à la découverte de son calcul des fluxions, et de la théorie de la lumière.

La chute des corps, sensiblement la même au sommet des montagnes les plus élevées et à la surface de la terre, lui fit soupçonner, vers l'an 1666, que l'attraction de la terre s'étend jusqu'à la lune, et qu'en se combinant avec le mouvement de projection de ce satellite, elle lui fait décrire une ellipse dont la terre occupe un des foyers; les recherches qu'il fit pour vérifier ce soupçon, le conduisirent en dernier résultat, à démontrer ce grand principe, savoir : *qu'à distance finie, tous les corps de la nature s'attirent en raison directe des masses, et en raison inverse du carré de la distance,* (*Voyez* Attraction.) Principe fécond que *Newton* fit servir avec adresse à déchirer le voile qui nous déroboit les mouvemens des corps célestes, à fixer le véritable rapport de leurs masses, de leurs volumes, et de leurs densités; à déterminer leurs figures; ainsi que leur pesanteur à la surface du soleil et des différentes planètes; à dévoiler la véritable cause des différentes longueurs du pendule à la surface des planètes, du mouvement direct de l'apogée de la lune, du mouvement rétrograde de ses nœuds; enfin à expliquer de la manière la plus satisfaisante les phénomènes importans du flux et reflux de la mer, de la précession des équinoxes, de la nutation de l'axe de la terre, etc.

C'est de ces précieuses découvertes qui ont été ensuite perfectionnées par de grands géomètres, dont plusieurs vivent encore parmi nous, que se compose principalement la philosophie newtonienne. Plus jaloux de son repos que de sa gloire, *Newton* ne se hâta pas de les mettre au jour; et ce ne fut qu'en 1686, que cédant aux pressantes sollicitations de ses amis, et aux instances de la Société royale de Londres, il publia son ouvrage *des Principes ;* monument élevé à jamais à la gloire de son auteur, de son pays, j'ose même dire, de l'humanité entière.

Tel est le sort attaché aux vérités nouvelles, qu'elles se propagent toujours avec lenteur, parce qu'elles trouvent sur leur route des obstacles sans nombre, suscités en même temps par l'envie, le préjugé, et l'ignorance. Le newtonianisme n'en a pas été exempt. Il n'a eu, à l'époque de son origine, qu'un très-petit nombre de sectateurs. On a accusé son auteur d'avoir fait revivre les qualités occultes des anciens, en établissant l'existence de l'attraction; mais ce frivole et injuste reproche s'est ensuite évanoui avec les passions qui lui avoient donné naissance. Le newtonianisme a triomphé, et l'éternité de la durée de son em-

pire est bien propre à dédommager de la lenteur de ses progrès.

La théorie de *Newton* laissoit à désirer que la loi inverse du carré de la distance s'étendît aux attractions moléculaires qui s'exercent à des distances insensibles. Je me suis occupé de cet objet, et mes recherches m'ont conduit à prouver qu'en supposant l'attraction moléculaire en raison directe des masses, et en raison inverse du carré de la distance, elle doit être infinie au contact, et nulle à une distance sensible; ce qui est conforme à l'expérience. Loin de contrarier la loi de la gravitation, l'attraction moléculaire ou chimique, sert donc utilement à en confirmer l'existence. (*Voy.* Attraction moléculaire.)

L'optique de *Newton* l'emporte, ou du moins le dispute au livre des *Principes*, sous le rapport des avantages qui en sont résultés pour la physique. C'est là qu'on reconnoit le véritable physicien, maniant tour à tour, et toujours avec la même adresse, l'expérience et le calcul dans l'étude des propriétés du fluide qui nous éclaire, et dans ses profondes recherches sur l'origine des couleurs; c'est là qu'on trouve de fréquentes applications de cette méthode lumineuse qui consiste à s'élever des phénomènes aux causes, et à redescendre ensuite de ces causes à tous les détails des phénomènes. (*Voy.* Phénomènes.)

NEWTONIEN (Télescope.) *Voy.* Télescope newtonien.

NEWTONIENNE (Philosophie). C'est la même chose que newtonianisme. (*Voy.* Newtonianisme.)

NICKEL. (*Voyez* Métaux.)

NITRATE DE POTASSE. (*Voy.* le mot Sels.)

NITRE ou SALPÊTRE. C'est la même chose que nitrate de potasse. (*Voyez* Nitrate de potasse.)

NITRE (Esprit de). *Voy.* Acide nitrique.

NITREUX (Acide). *Voyez* Acide nitreux.

NITREUX (Air). *Voyez* Gaz nitreux.

NIVELLEMENT. C'est l'art de déterminer de combien un objet est plus distant qu'un autre du centre de la terre; et conséquemment deux points sont de niveau, lorsqu'ils sont également éloignés du centre de la terre.

NOCTURNE (Arc). *Voy.* Arc nocturne.

NŒUDS. On appelle *nœuds* les deux points d'intersection de l'orbite d'une planète avec l'écliptique. Le *nœud* où se trouve la planète, quand elle passe de la partie australe à la partie boréale du ciel, se nomme *nœud ascendant*, parce qu'alors la la planète monte vers le pôle qui est pour nous le plus élevé. Le *nœud* où passe la planète pour retourner de la partie boréale à la partie australe du ciel, se nomme *nœud descendant*.

Le lieu du nœud de chaque planète n'est pas constamment dans le même point de l'écliptique; il avance tous les ans, quoique d'une très-petite quantité, suivant l'ordre des signes, c'est-à-dire, d'occident en orient. *Cassini* a déterminé le lieu du nœud des planètes, pour l'année 1750. Alors le lieu du nœud ascendant de Mercure étoit à un signe 15 degrés 25 minutes 20 secondes; et son moyen mouvement annuel est de 51 secondes. Celui de Vénus étoit à 2 signes 14 degrés 27 minutes 45 secondes; et son moyen

mouvement annuel est de 34 secondes. Celui de Mars, étoit à un signe 17 degrés 45 minutes 45 secondes; et son moyen mouvement annuel est de 34 secondes 32 tierces. Celui de Jupiter étoit à 3 signes 7 degrés 49 minutes 57 secondes; et son moyen mouvement annuel est de 24 secondes 37 tierces 28 quartes. Celui de Saturne étoit à trois signes 22 degrés une minute 4 secondes, et son moyen mouvement annuel est de 45 secondes.

Le lieu des nœuds de la Lune a un mouvement beaucoup plus rapide; car il fait sa révolution dans l'intervalle de 18 ans 228 jours 7 heures: ce qui donne son moyen mouvement annuel de 19 degrés 19 minutes 45 secondes; et son moyen mouvement diurne, de 3 minutes 10 secondes, et environ 39 tierces. Il importe de remarquer que ce mouvement des nœuds de la lune est rétrograde, c'est-à-dire, qu'il s'effectue d'orient en occident, tandis que celui des nœuds des autres planètes est direct, c'est-à-dire, qu'il se fait d'occident en orient.

Cassini a aussi déterminé le lieu du nœud ascendant de chaque satellite de Jupiter, pour l'année 1750. Celui du premier satellite étoit à 10 signes 14 degrés 30 minutes; celui du second à 10 signes 11 degrés 48 minutes; celui du troisième à 10 signes 16 degrés 3 minutes; et celui du quatrième à 10 signes 16 degrés 6 minutes; quant au moyen mouvement annuel de ces nœuds, il n'a pas paru sensible, depuis le commencement du dix-huitième siècle. Il faut cependant en excepter celui des nœuds du quatrième satellite, qui a paru être de 5 minutes 33 secondes par année.

Le lieu du nœud des quatre premiers satellites de Saturne se trouve dans le même point du ciel; et *Cassini* l'a déterminé à 5 signes 22 degrés. Le lieu du nœud du cinquième satellite se trouve à 5 signes 5 degrés, c'est-à-dire, moins avancé de 17 degrés que celui des quatre autres.

Le lieu du nœud de l'anneau de Saturne est le même que le lieu du nœud des quatre premiers satellites, c'est-à-dire, qu'il est au 22eme. degré de la Vierge.

Le lieu du nœud de l'équateur solaire est à 2 signes 10 degrés, c'est-à-dire, au 10eme. degré des Gémeaux; et le lieu des nœuds de l'équateur lunaire coïncide avec celui des nœuds de l'orbite lunaire, et est animé d'un mouvement égal.

NŒUDS (Ligne des). *Voyez* LIGNE DES NŒUDS.)

NOIR. On appelle *noir* un corps qui ne réfléchit ni ne transmet le fluide lumineux; de manière que le noir parfait consiste dans une privation totale de rayons lumineux transmis ou réfléchis. Ainsi un corps paroît d'autant plus noir qu'il absorbe une plus grande quantité du fluide lumineux qu'il reçoit. (*Voyez* COULEURS.)

Ici se présente la question de savoir par quel moyen nous voyons les corps noirs, puisque ces corps ne renvoyent à nos yeux aucun des rayons lumineux qu'ils reçoivent.

La réponse à cette question est fort simple. Lorsque nous regardons un corps noir, ce n'est point lui que nous voyons; ce sont les surfaces éclairées qui l'environnent de toute part. Les rayons réfléchis par ces surfaces font impression sur la rétine; mais la partie de cet organe à laquelle le corps noir répond, ne reçoit pas des rayons lumineux; et elle est terminée selon la

figure du corps noir qui occasionne cette privation : de là vient que nous jugeons de sa grandeur, de sa forme et de sa véritable position. Si les corps étoient parfaitement noirs, ils nous paroîtroient comme de simples taches ou plutôt comme des ombres. Mais cette espèce de perfection n'existe pas dans la nature. Les corps les plus noirs réfléchissent quelques rayons lumineux. Ce qui fait que leurs parties les plus saillantes et les plus éclairées se détachent, pour ainsi dire, des autres par des nuances plus ou moins claires et par des reflets de lumière qui en font sentir les formes et les contours.

NOIRCEUR. Propriété qu'ont certains corps d'absorber le fluide lumineux, et conséquemment de ne réfléchir que peu ou point de rayons à l'œil du spectateur. (*Voyez* Noir et Couleur.)

NOIRE (Chambre). *Voy.* Chambre noire.

NOMBRE APPARENT DES OBJETS. Il se forme sur le fond de chaque œil une image de l'objet : d'où il résulte que les images sont toujours doubles, quoique le plus souvent les objets nous paroissent simples. Cela arrive, lorsque regardant un objet des deux yeux, les deux axes de la vision, c'est-à-dire, les deux droites qui, tombant perpendiculairement sur l'orbite de l'œil, passent par le centre de la prunelle, sont sensiblement parallèles. Car alors les deux impressions égales se font sur deux fibres homologues et également tendues; ce qui fait que ces deux impressions se confondent pour donner naissance à une seule sensation.

Si, regardant un objet des deux yeux, les axes de la vision ne sont pas sensiblement parallèles, il doit nous paroître double. Car alors les deux impressions se font sur des fibres qui ne sont pas homologues; ce qui fait que les deux impressions sont différentes et conséquemment qu'elles font naître l'idée de deux objets.

On explique par là pourquoi, lorsqu'on a un objet trop près des yeux, il paroît double. Cela vient, sans doute, de ce qu'on ne peut le regarder qu'en inclinant beaucoup les axes de la vision; l'œil gauche voit cet objet à droite, et l'œil droit à gauche, parce que ces deux axes sont inclinés de ces côtés. De même si l'on tourne les yeux en sens contraire, les objets paroissent doubles, parce que les impressions des objets se font en différens endroits. Les personnes ivres voient souvent les objets doubles; parce que toutes leurs fibres sont tellement relachées, qu'ils ne peuvent tenir leurs yeux dirigés de la même manière vers un objet. Dans les passions excessives comme dans les accès de la colère, on voit quelquefois les objets doubles, parce qu'on n'est plus maître de tourner les yeux comme on veut.

NOMBRE D'OR. C'est le nombre par lequel on indique l'année du cycle lunaire; ou bien c'est la même chose que le cycle lunaire qui est une révolution de 19 années solaires. (*Voyez* Cycle lunaire.) On lui a donné le nom de nombre d'or, parce qu'on le marquoit à Athènes en lettres d'or, à raison de la grande importance qu'on donnoit à l'invention du cycle lunaire imaginé par *Meton*.

Le nombre d'or fut introduit dans le calendrier, pour marquer les nouvelles et pleines lunes. Mais comme ce nombre ne les indique plus aujourd'hui avec la même exactitude, on a

imaginé les épactes qui les marquent avec plus de précision. (*Voy.* Epacte.)

Pour trouver le nombre d'or, il faut ajouter 1 au nombre des années qui se sont écoulées depuis Jésus-Christ, et diviser la somme par 19: ce qui restera après la division, sera le nombre d'or que l'on cherche; s'il ne reste rien, le nombre d'or sera 19.

NORD. C'est l'un des quatre points cardinaux qui divisent l'horizon en quatre parties égales. C'est la même chose que septentrion (*Voy.* Septentrion.)

NORD. On donne ce nom à l'un des pôles du monde, savoir: à celui qui est situé auprès de la constellation de l'Ourse. (*Voy.* Poles du monde.)

NORD. Nom d'une des quatre principales plages. (*Voyez* Plage.) C'est un des quatre points cardinaux, c'est-à-dire, que c'est le point de l'horizon qui est coupé par le méridien du côté du pôle nord. C'est aussi le nom du vent qui souffle de ce côté là.

NORD-EST. Nom de la plage située au milieu de l'espace qui sépare le nord de l'est. Cette plage décline de 45 degrés du nord à l'est. Le vent qui souffle de cette plage, porte le même nom qu'elle.

NORD-EST-QUART-EST. C'est le nom de la plage située au milieu de l'espace qui sèpare le nord-est de l'est-nord-est. Cette plage décline de 56 degrés 15 minutes du nord à l'est. Le vent qui soulfle de cette plage porte le même nom qu'elle.

NORD-EST-QUART-NORD. C'est le nom de la plage située au milieu de l'espace qui sépare le nord-est du nord-nord-est. Cette plage décline de 33 degrés 45 minutes du nord à l'est. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

NORD-NORD-EST. C'est le nom de la plage située au milieu de l'espace qui sépare le nord du nord-est. Cette plage décline de 22 degrés 30 minutes du nord à l'est. Le vent qui souffle de cette plage a le même nom qu'elle.

NORD-NORD-OUEST. Nom de la plage située au milieu de l'espace qui sépare le nord du nord-ouest. Cette plage décline de 22 degrés 30 minutes du nord à l'ouest. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

NORD-OUEST. C'est le nom de la plage située au milieu de l'espace qui sépare le nord de l'ouest. Cette plage décline de 45 degrés du nord à l'ouest. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

NORD-OUEST-QUART-NORD. C'est le nom de la plage située au milieu de l'espace qui sépare le nord-ouest du nord-nord-ouest. Cette plage décline de 33 degrés 45 minutes du nord à l'ouest. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

NORD-OUEST-QUART-OUEST. C'est le nom de la plage située au milieu de l'espace qui sépare le nord-ouest de l'ouest-nord-ouest. Cette plage décline de 56 degrés 15 minutes du nord à l'ouest. Le vent qui souffle de cette plage a le même nom qu'elle.

NORD-QUART-NORD-EST. C'est le nom de la plage située au milieu de l'espace qui sépare le nord du nord-nord-est. Cette plage décline de 11 degrés 15 minutes du nord à l'est. Le vent qui souffle de cette plage a le même nom qu'elle.

NORD-QUART-NORD-OUEST. C'est le nom de la plage située au mi-

lieu de l'espace qui sépare le nord du nord-nord-ouest. Cette plage décline de 11 degrés 15 minutes du nord à l'ouest. Le vent qui souffle de cette plage a le même nom qu'elle.

NOTIOMÈTRE. C'est la même chose qu'hygromètre. (*Voy.* Hygromètre.)

NOUVELLE LUNE. On donne ce nom à la lune, lorsque étant en conjonction avec le soleil, elle ne nous présente aucune portion de son hémisphère éclairé; c'est ce qu'arrive lorsque la lune est située entre le soleil et la terre.

On distingue la nouvelle lune en moyenne, véritable et apparente.

La nouvelle lune moyenne est le temps de la conjonction du soleil et de la lune, calculée suivant le mouvement moyen de ces deux astres.

La nouvelle lune véritable est le temps précis dans lequel on verroit la conjonction du soleil et de la lune du centre de la terre.

La nouvelle lune apparente est le temps de la conjonction du soleil et de la lune, relativement à leur mouvement apparent. C'est cette dernière conjonction du soleil et de la lune qu'on observe sur la surface de la terre.

Il est nécessaire, dans le calcul des éclipses, de connoître le moment de la nouvelle lune.

Les éclipses du soleil n'arrivent que dans les nouvelles lunes, lorsque la lune se trouve précisément entre la terre et le soleil, ensorte qu'elle cache à plusieurs des habitans de la terre, ou tout le disque du soleil, ou du moins une partie. Il y a nouvelle lune, lorsque ce satellite se trouve avec la terre et le soleil dans un même plan perpendiculaire au plan de l'écliptique; et si elle est outre cela dans la même ligne droite ou à peu près, il y a éclipse du soleil. (*Voy.* Eclipse.)

NUAGE ou NUÉE, ou NUE. Masse de vapeurs d'une grandeur, d'une forme et d'une couleur très-variables, qui nous paroissent quelquefois immobiles, mais que le plus souvent nous voyons flotter au gré des vents dans le sein de l'atmosphère.

Les nuages ne diffèrent des brouillards que par la place qu'ils occupent dans l'atmosphère; ce qui est un nuage pour le spectateur situé dans la plaine devient un brouillard pour celui qui est placé sur le sommet d'une montagne. (*Voyez* le mot Brouillard.)

La couleur des nuages est ordinairement blanche, parce que leur surface est le plus souvent disposée à réfléchir les rayons lumineux tels qu'ils sont envoyés par le soleil. Il arrive quelquefois que les nuages absorbent la plus grande partie des rayons lumineux qu'ils reçoivent, et alors leur couleur est brune et obscure. Le matin, au lever du soleil, et le soir, au coucher de cet astre, les nuages paroissent rouges; ceux qui se trouvent plus voisins de l'horizon paroissent violets, et prennent bientôt après une couleur blenâtre. Cette variété de couleurs a sans doute pour cause les réflexions et réfractions que souffre le fluide lumineux en pénétrant les globules aqueux dont se composent les nuages. Ce fluide se décompose, et les rayons rouges, qui ont plus de force que les autres, viennent les premiers frapper l'organe de la vision. Arrivent ensuite les rayons de diverses couleurs, sui-

vant leur différente réfrangibilité et la différente hauteur du soleil.

Les nuages diffèrent entre eux par la forme, la grandeur, la densité, etc. Ces différences dépendent de la quantité des vapeurs qui les composent et des différentes situations qu'elles prennent en se réunissant; situations déterminées principalement par la direction et les différens degrés de vitesse que leur donnent les vents.

Les nuages occupent dans l'atmosphère une place marquée par leur pesanteur spécifique, et conséquemment leur élévation varie avec leur densité. Les nuages les moins denses s'élèvent à une certaine hauteur; les plus denses occupent les couches atmosphériques qui avoisinent la surface de la terre : de là vient que l'observateur qui voyage sur les hautes montagnes voit souvent au-dessous de lui des nuages qui lui dérobent la vue de la terre, comme ils nous dérobent quelquefois celle de l'astre du jour.

Il se forme au-dessus des mers et des grands lacs beaucoup plus de nuages qu'au-dessus des continents et des grandes îles : de là vient sans doute que le vent d'ouest qui nous vient de dessus l'Océan, et le vent du sud qui nous vient de la Méditerranée nous apportent ordinairement beaucoup de nuages.

L'air dissout l'eau, et la quantité d'eau dissoute dépend de deux causes, la pression et la température, qui se combinent dans la production du phénomène. (*Voyez* le mot Air, article qui traite de sa faculté dissolvante.) Lorsque, par l'influence de ces causes, l'eau est parfaitement dissoute, elle a la forme et la densité de l'air, ce qui fait que l'atmosphère conserve toute sa transparence; mais si l'une de ces causes, ou toutes les deux ensemble, éprouvent une diminution, l'air abandonne une certaine quantité d'eau, qui, forcée de quitter l'état élastique, reprend son ancienne forme, et est retenue dans l'air, soit par un reste d'attraction, soit par la légèreté qu'elle reçoit de la figure que prennent ses molécules. Ce sont ces molécules réunies dans un espace plus ou moins considérable qui font perdre à l'air sa transparence sous la forme de nuages et de brouillards.

Les nuages qui se résolvent en pluie ont quelquefois, ainsi que les brouillards, une odeur désagréable et infecte, qui, pendant les fortes chaleurs, se manifeste avec plus d'activité. Cette odeur a probablement pour cause le dégagement du gaz hydrogène carboné qui s'effectue en abondance pendant les ardeurs de l'été. Il est vraisemblable que ce fluide aériforme s'élevant par sa légèreté dans l'atmosphère se combine avec les molécules aqueuses dont se composent les nuages, et qui descendent ensuite sous la forme de brouillards dans les couches atmosphériques qui avoisinent la surface de la terre. (*Voyez* le mot Pluie.)

NUAGE. Les astronomes donnent ce nom à deux petites constellations de la partie australe du ciel, qui sont situées au voisinage du pôle austral, et dont l'une se nomme le *grand nuage*, et l'autre le *petit nuage*. (*Voyez* Nuage (grand) et Nuage (petit.)

NUAGE (grand.) C'est le nom d'une petite constellation de la partie méridionale du ciel, qui est située au-dessus de la montagne de la

Table, et au-dessous de la Dorade. C'est une des onze constellations qu'*Augustin Royer* a ajoutées aux anciennes, et sous lesquelles il a rangé les étoiles qui étoient demeurées informes. *Lacaille* a donné une figure très-exacte de cette coustellation dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, *pl.* 20.

Cette constellation ne se montre jamais sur notre horizon. Les étoiles dont elle se compose ont une déclinaison méridionale trop grande pour pouvoir jamais nous être visibles.

NUAGE (petit.) C'est le nom d'une petite constellation de la partie australe du ciel, qui est située au-dessous du Toucan, dans l'espace que renferme la courbure formée par le corps de l'hydre mâle. C'est une des onze constellations qu'*Augustin Royer* a ajoutées aux anciennes, et sous lesquelles il a rangé les étoiles qui étoient demeurées informes. *Lacaille* a donné une figure très-exacte de cette constellation dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1752, *pl.* 20.

Cette constellation est une de celles qui ne paroissent jamais sur notre horizon; elle se compose d'étoiles dont la déclinaison méridionale est trop grande pour pouvoir jamais se lever à notre égard.

NUE ou NUÉE. (*Voy.* Nuage.)

NUIT. On appelle nuit le temps pendant lequel le soleil se tient au-dessous de l'horizon.

Ce temps n'est pas le même partout ni dans tous les temps; sa durée varie dans les différens climats et dans les différentes saisons; elle augmente à mesure que les jours décroissent, et diminue lorsque les jours deviennent plus longs. (*Voy.* Jour.)

La durée de la nuit est toujours exactement de douze heures pour les peuples situés sous l'équateur; parce que, dans cette position, l'équateur et tous ses parallèles sont coupés par l'horizon en deux parties égales. (*Voy.* Sphère droite.)

La durée de la nuit est de six mois pour les peuples qui habitent les pôles; car dans cette position, l'équateur se confond avec l'horizon; la moitié de l'écliptique se trouve donc au-dessous de l'horizon; et comme le soleil emploie six mois à la parcourir, il est visible que la nuit doit durer six mois. (*Voy.* Sphère parallèle.)

Quant à ceux qui sont situés entre l'équateur et les pôles, la durée de la nuit varie continuellement. Elle n'est exactement de douze heures que deux fois dans l'année, c'est-à-dire, lorsque le soleil se trouve dans les deux points d'intersection de l'écliptique avec l'équateur. Dans tout autre temps, elle est ou plus grande ou plus petite. Pour ceux qui se trouvent entre l'équateur et le pôle boréal, elle est de moins de douze heures, et va toujours en diminuant, à mesure que le soleil s'avance de l'équateur vers le tropique du Cancer; ce qui arrive après l'équinoxe de notre printemps; et elle est de plus de douze heures, et va toujours en augmentant, à mesure que le soleil s'avance de l'équateur vers le tropique du Capricorne; ce qui arrive après l'équinoxe de notre automne. A l'égard de ceux qui sont situés entre l'équateur et le pôle austral, la nuit est de moins de douze heures, et va toujours en diminuant, à mesure que le soleil s'avance de l'équateur vers le tropique du Capricorne; et elle est

de plus de douze heures, et va toujours en augmentant, à mesure que le soleil s'avance vers le tropique du Cancer; de sorte que, dans cette position, il n'y a dans l'année que deux nuits égales aux jours, parce que l'équateur est le seul qui soit coupé par l'horizon en deux parties égales, et que tous ses parallèles sont coupés obliquement : il y a même des climats où quelques-uns de ces cercles sont entièrement au-dessus de l'horison, et quelques autres entièrement au-dessous. (*Voyez* SPHÈRE OBLIQUE.)

Telle est la durée de la nuit pour les différens climats, si l'on entend par nuit, la durée réelle pendant laquelle le soleil est au-dessous de l'horizon. Mais il y a des causes qui diminuent l'apparence de cette durée. Telle est la réfraction qui nous fait voir le soleil sur l'horizon, pendant qu'il est entièrement dessous, ce qui diminue la durée de la nuit.

Si l'on appelle nuit le temps pendant lequel nous sommes plongés dans une obscurité profonde, la durée de la nuit sera très-diminuée par la clarté crépusculaire. Il y a même des climats où il n'y auroit point de nuit dans certains temps de l'année. (*Voy.* CRÉPUSCULE.)

NUTATION DE L'AXE DE LA TERRE. On a donné ce nom à de légères oscillations qui élèvent et qui abaissent alternativement l'axe de la terre sur le plan de l'écliptique. L'étendue de ces oscillations est d'environ 18 secondes. (*Voy.* MOUVEMENT DE L'AXE DE LA TERRE.).

Pour expliquer le phénomène de la nutation, il importe de remarquer que si la figure de la terre étoit parfaitement sphérique, l'attraction que le soleil et la lune exercent sur cette planète, influeroit exclusivement sur le mouvement de son centre, et ne produiroit aucun changement dans la position de son axe. Mais la figure de la terre étant celle d'un sphéroïde, dont le petit axe passe par les pôles, si nous concevons dans ce sphéroïde, une sphère inscrite, qui ait pour axe le petit axe du sphéroïde, la terre sera formée de ce noyau sphérique, et de plus, d'une couche enveloppant ce noyau, qui va en croissant d'épaisseur, des pôles vers l'équateur. L'attraction du soleil et de la lune sur le noyau sphérique terrestre, n'influe que sur le mouvement de son centre. Mais l'action du soleil sur la couche qui enveloppe le noyau, tend à faire rétrograder la ligne des équinoxes, et donne ainsi naissance au phénomène connu sous le nom de précession des équinoxes (*Voyez* PRÉCESSION DES ÉQUINOXES); tandis que l'action de la lune sur cette même couche, tend à faire rétrograder, sur le plan de l'orbe lunaire, l'intersection de ce plan avec celui de l'équateur, sans changer sensiblement l'inclinaison de ces deux plans : d'où il résulte que cette intersection seroit la ligne même des équinoxes, si le plan de l'orbite lunaire se confondoit avec le plan de l'écliptique, et alors la rétrogradation produite par l'attraction de la lune, s'ajouteroit avec la retrogradation que fait naître l'action du soleil; mais le plan de l'orbe lunaire est un peu incliné au plan de l'écliptique : donc le mouvement rétrograde imprimé par l'attraction lunaire à l'intersection de l'équateur avec cette orbite, doit en même temps qu'il fait rétrograder la ligne des équinoxes, produire un léger changement dans l'inclinaison du

l'équateur sur l'écliptique, et conséquemment donner naissance au phénomène de la *nutation de l'axe de la terre.*

Il suit de ce que nous venons de dire, que la nutation de l'axe de la terre dépend de la position des plans de l'équateur et de l'orbite lunaire, sur celui de l'écliptique, c'est-à-dire, de la position des nœuds de l'orbite lunaire et de la ligne des équinoxes : d'où il est aisé de voir que la période d'environ 19 ans, qui ramène les nœuds de l'orbite lunaire à la même position par rapport à la ligne des équinoxes, doit aussi ramener la même inclinaison du plan de l'équateur sur celui de l'écliptique.

O

OBJECTIF. On a donné ce nom à celui des verres employés dans la construction d'une lunette, d'un télescope, ou d'un microscope composé, qui est le plus voisin ou le moins éloigné de l'objet. Ce nom sert à le distinguer de l'oculaire, qui est celui des verres de ces instrumens qui est le plus voisin de l'œil. (*Voy.* LUNETTE, TÉLESCOPE, et MICROSCOPE COMPOSÉ.) Dans les lunettes et les télescopes, l'objectif doit être d'un foyer plus long que celui de l'oculaire, tandis que dans le microscope, le foyer de l'oculaire est plus long que celui de l'objectif.

Pour apprécier la bonté d'un objectif, on décrit sur un papier deux cercles concentriques, tels que le diamètre de l'un égale la largeur de l'objectif; et le diamètre de l'autre, la moitié de cette largeur; on divise la circonférence intérieure en six parties égales, et on y fait six petits orifices, à l'aide d'une aiguille; on couvre ensuite avec le papier une des faces du verre; on l'expose au soleil, et on reçoit les rayons qui passent par chaque orifice, sur un plan situé à une juste distance du verre; en faisant varier la distance de ce plan, on doit trouver un endroit où les six rayons qui passent par les six orifices, se réunissent exactement; si cette réunion a lieu, c'est une preuve que l'objectif est bien fait, et le point où elle s'effectue, est le foyer de l'objectif.

Le meilleur moyen de s'assurer de la bonté d'un objectif, consiste à le placer dans un tube, et à l'essayer avec un petit oculaire, sur des objets situés à différentes distances; car un objectif est d'autant meilleur, qu'il offre une image plus nette et plus distincte des objets, qu'il embrasse un plus grand champ, et qu'il souffre un oculaire plus concave ou plus convexe, sans colorer et obscurcir les objets.

Pour savoir si un objectif est bien centré, il faut tenir le verre à une distance convenable de l'œil, et observer les deux images d'une chandelle, réfléchie par ses deux faces; l'endroit où les images se confondent est le vrai centre : et si ce point répond au milieu du verre, on est sûr qu'il est bien centré.

On fabrique des objectifs d'un foyer plus ou moins long. *Huygens* assure en avoir fait de fort bons, dont le foyer avoit plus de 60 mètres, (environ 200 pieds) de longueur. *Campani* a réussi à en faire d'excellens, qui avoient 46 mètres (environ 136 pieds) de foyer.

Pour garantir les objectifs des grandes lunettes de l'influence de l'humidité de l'air, on forme avec des feuilles de gros papier gris bien sec, un bout

de tuyau, et on l'applique au bout du tuyau de la lunette, au-delà de l'objectif. Ce tuyau de papier arrête toutes les vapeurs qui pourroient s'attacher au verre; et par ce moyen on peut le conserver long-temps, sans qu'il éprouve l'influence de l'humidité.

OBLIQUE (Sphère). *Voy.* SPHÈRE OBLIQUE.)

OBLIQUITÉ DE L'ÉCLIPTIQUE. C'est l'angle que fait l'écliptique avec l'équateur. L'écliptique est un grand cercle de la sphère céleste, qui est incliné à l'équateur d'environ 23 degrés et demi. Pour se convaincre de cette inclinaison, il suffit de remarquer que le soleil, dont le centre n'abandonne jamais l'écliptique, est animé d'un mouvement apparent, qui s'effectue d'occident en orient, dans l'espace d'une année, non autour des pôles de l'équateur, comme le mouvement diurne du soleil et des étoiles, mais autour des pôles de l'écliptique, qui sont éloignés des pôles de l'équateur, d'environ 23 degrés et demi. S'il en étoit autrement, la hauteur méridienne du soleil seroit toujours à peu près la même, comme l'est l'élévation de l'équateur au-dessus de l'horizon: et cependant, l'observation nous apprend que le soleil est, en certains temps de l'année, plus élevé sur l'horizon que dans d'autres temps: sa distance aux pôles de l'équateur est donc sujette à la même variation; et conséquemment le cercle dans lequel le soleil paroît se mouvoir, c'est-à-dire l'écliptique, est incliné à l'équateur, et fait un angle avec lui.

Pour mesurer *l'obliquité de l'écliptique*, c'est-à-dire, l'angle que fait le plan de l'équateur avec le plan de l'écliptique, on observe la hauteur méridienne du soleil, lorsqu'elle atteint son maximum, ce qui arrive le 21 juin de chaque année. Six mois après, ou environ, on observe la hauteur méridienne du soleil, lorsqu'elle est parvenue à son minimum. On corrige les deux hauteurs par la réfraction et par la parallaxe; et on prend la différence, dont la moitié donne l'obliquité de l'écliptique.

On peut aussi, par le moyen d'une seule observation de la hauteur méridienne du soleil, faite à l'un des solstices, déterminer l'obliquité de l'écliptique, pourvu qu'on connoisse auparavant la hauteur du pôle sur l'horizon du lieu où l'on fait l'observation. On prend pour cela le complément de cette hauteur du pôle, qui est égal à la hauteur de l'équateur sur l'horizon, et on le soustrait de la hauteur méridienne du soleil au solstice d'été; ou bien on soustrait la hauteur méridienne du soleil au solstice d'hiver, de la hauteur de l'équateur: le reste donne l'obliquité de l'écliptique.

L'obliquité de l'écliptique n'est pas constante: elle va toujours en diminuant. *Lalande* évalue cette diminution à une minute, 28 secondes par siècle; et *Lacaille* à 44 secondes par siècle.

L'obliquité de l'écliptique varie encore, mais d'une manière périodique, par la nutation. (*Voyez* NUTATION DE L'AXE DE LA TERRE.)

C'est l'obliquité de l'écliptique qui donne naissance à ce changement général de latitude, qu'on observe dans les étoiles.

OBLIQUITÉ DES RAYONS SOLAIRES. Direction des rayons solaires qui s'écarte plus ou moins des perpendiculaires aux points de la terre

sur lesquels tombent ces rayons. Cette obliquité est une des causes qui ont le plus d'influence sur le froid que nous éprouvons pendant les rigueurs de l'hiver. Car, quoique le soleil soit alors dans son *périgée*, c'est-à-dire, beaucoup plus près de nous, l'obliquité de ses rayons est néanmoins si grande, que leur force perpendiculaire et conséquemment leur vertu échauffante est très-petite. A Paris, par exemple, le sinus d'incidence des rayons à midi, lorsque le soleil est au solstice d'été, est à peu près triple du sinus d'incidence, lorsque le soleil est au solstice d'hiver : donc la vertu échauffante des rayons solaires pendant le solstice d'été à midi, est à leur vertu échauffante pendant le solstice d'hiver à midi, à peu près dans le rapport de 9 à 1.

OBLIQUITÉ D'INCIDENCE. C'est l'obliquité de direction d'un corps qui tombe sur un autre. Cette obliquité est absolument nécessaire pour qu'un corps soit refracté en passant d'un milieu dans un autre de différente densité. (*Voyez* RÉFRACTION.)

OBSCURE (Chambre). *Voyez* CHAMBRE OBSCURE.

OBSCURITÉ APPARENTE DES OBJETS. Les objets exposés à nos regards paroissent d'autant plus sombres et confus, qu'ils sont plus éloignés. Ils se montrent sous des couleurs d'autant plus vives, et d'autant plus distinctement qu'ils sont plus voisins de l'œil.

Pour expliquer ce phénomène, il importe d'observer que la vision distincte et la vivacité des couleurs dépendent de l'intensité d'action du fluide lumineux, et qu'à mesure que l'objet s'éloigne, cette intensité décroît par l'interposition du fluide atmosphérique compris entre l'objet et le spectateur : de là vient que les objets un peu élevés, tels que ceux qui sont situés sur le sommet des hautes montagnes, se voient bien plus distinctement que ceux qui sont dans la plaine, parce que l'air est d'autant moins dense et plus dégagé de vapeurs, que les couches atmosphériques sont plus distantes de la surface de la terre.

Les objets qui paroissent sombres et confus, paroissent aussi plus éloignés. Cela vient de ce qu'étant accoutumés à ne voir que confusément les objets éloignés, nous jugeons éloignés ceux que nous ne voyons que confusément.

Si un objet d'une grandeur connue, et placé hors de la portée ordinaire de notre vue, devient plus sombre et plus confus, nous jugeons aussitôt qu'il est aussi plus éloigné; comme il est resté à la même distance, et que conséquemment il forme dans notre œil une image qui n'est pas devenue plus petite, nous jugeons que son volume a augmenté.

On explique par là, 1°. pourquoi le ciel nous paroît comme une voûte surbaissée.

Car la clarté que répandent les astres étant d'autant plus foible qu'ils sont plus près de l'horizon, ils paroissent d'autant plus éloignés de nous qu'ils sont moins élevés sur l'horizon : le diamètre vertical du ciel se raccourcit, tandis que le diamètre horizontal s'alonge : ce qui fait que le ciel nous paroît comme une voûte surbaissée.

2°. Le soleil nous paroît plus gros à l'horizon qu'au zénith. Car le soleil brille à l'horizon d'un éclat moins vif qu'au zénith : nous le jugeons d'abord

plus éloigné, et comme il se trouve réellement à la même distance, nous jugeons qu'il a plus de volume à l'horizon qu'au zénith.

3°. Les fantômes de nuits paroissent plus gros et plus éloignés qu'ils ne sont réellement.

Les objets paroissent d'autant plus gros et plus éloignés, qu'on voit un plus grand nombre d'objets, et une plus grande étendue de terrain entre l'œil et ces objets. Car ce grand nombre d'objets intermédiaires fait naître l'idée d'une grande distance et conséquemment d'une grosseur plus considérable.

De là vient, 1°. que l'horizon et le ciel paroissent se toucher; 2°. que lorsqu'on ne voit pas un grand vallon qui se trouve dans une plaine, les objets qui sont au-delà de ce vallon, paroissent tout près de nous; nous ne nous apercevons de leur grande distance que lorsque nous arrivons sur le bord du vallon; 3°. que le soir les objets un peu élevés et bien exposés à notre vue, paroissent très-gros et très-éloignés, parce que la nuit empêchant de juger de leur distance, par l'étendue du terrain compris entr'eux et l'œil, on croit ces objets à l'horizon, et conséquemment très-gros et très-éloignés.

OBSERVATIONS METÉOROLOGIQUES. (*Voyez* Météorologique.)

OBSERVATOIRE. C'est le lieu où l'on observe les astres. Un observatoire doit être situé dans un lieu assez élevé, pour qu'on puisse découvrir entièrement l'horizon et être par là à même de faire toutes sortes d'observations. Tel est l'observatoire de Paris, qu'on regarde à juste titre comme un des plus beaux monumens qui aient été consacrés à l'astronomie.

OBSTACLE. C'est le nom qu'on a donné à tout ce qui résiste à l'effort d'une puissance.

On distingue trois sortes d'obstacles, savoir : 1°. un obstacle fluide; 2°. un obstacle impénétrable et fixe; 3°. un obstacle impénétrable, mais qui peut être déplacé.

Si un corps en mouvement rencontre le premier de ces obstacles, il se réfracte lorsque sa direction est oblique à la surface de l'obstacle.

Lorsqu'un corps rencontre sur sa route un obstacle impénétrable et fixe, il se réfléchit s'il est élastique. S'il ne l'est pas, il est réduit au repos.

Enfin, si un corps en mouvement rencontre un obstacle impénétrable, et qui peut être déplacé, la force se partage proportionnellement aux masses; et abstraction faite des résistances et de l'élasticité, le corps et l'obstacle devroient se mouvoir après le choc, avec la même vitesse. (*Voyez* Inertie et Choc des corps.)

OCCIDENT ou OUEST. Des quatre points cardinaux qui divisent l'horizon en quatre parties égales, l'occident est celui qui est coupé par l'équateur du côté où les astres se couchent; on bien c'est le point ou le soleil se couche le jour de l'équinoxe, c'est-à-dire, lorsqu'il est dans l'équateur : ce qui arrive deux fois l'an, savoir : au commencement du printemps, environ le 20 mars, et au commencement de l'automne, environ le 21 septembre. (*Voyez* Equinoxe.)

Outre cet occident qui est le vrai occident, on en distingue deux autres, dont l'un, qu'on nomme occident d'été, est le point de l'horizon où le so-

leil se couche au solstice d'été; l'autre qui s'appelle occident d'hiver, est le point de l'horizon où le soleil se couche au solstice d'hiver.

OCCIDENTAL. On donne cette épithète à tout ce qui est situé ou tourné vers l'occident.

OCCIDENTAL (Hémisphère). *Voy.* HÉMISPHÈRE OCCIDENTAL.

OCCULTATION. Les astronomes ont donné ce nom à une espèce d'éclipse d'une étoile ou d'une planète, produite par l'interposition de la lune ou de quelque autre corps céleste entre cette étoile et nous.

Les astronomes observent les occultations avec beaucoup de soin. A la faveur des occultations des étoiles, causées par l'interposition de la lune, ils déterminent avec précision le lieu de ce satellite, et en général celui des planètes qui produisent l'occultation. Car ce lieu est le même que celui de l'étoile occultée; et le lieu de cette étoile est connu d'ailleurs.

Les occultations des planètes par d'autres planètes sont plus rares; mais elles servent à démontrer que les planètes sont situées à différentes distances de la terre et du soleil; car celle qui est occultée est nécessairement plus éloignée que celle qui produit l'occultation.

OCTANT. C'est le nom que les astronomes ont donné à une des constellations de la partie méridionale du ciel, qui est située précisément au pôle méridional, au-dessous du Paon et de l'Indien, entre l'oiseau de Paradis et la montagne de la Table. C'est une des 14 constellations formées par *Lacaille*, d'après les observations qu'il fit pendant son séjour au cap de Bonne-Espérance. Il a donné une figure exacte de cette constellation dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. 20. Elle se compose d'un octant ou quartier de réflexion, qui est l'instrument principal qu'emploient les navigateurs pour observer la hauteur du pôle.

L'octant est une des constellations qui ne se montrent jamais sur notre horizon. Les étoiles qui la composent ont une déclinaison méridionale, trop grande pour pouvoir jamais nous être visibles.

OCTANT. On a donné ce nom à quatre des phases de la lune; savoir, 1°. à celle qu'elle nous présente lorsqu'après avoir été nouvelle elle est éloignée du soleil de 45 degrés; alors elle se montre sous la forme de croissant, et c'est ce qu'on appelle le *premier octant*; 2°. à celle qu'elle nous présente lorsqu'elle est éloignée de 135 degrés de sa conjonction; alors nous voyons plus de la moitié de son disque éclairé, et c'est ce qu'on nomme le *second octant*; 3°. à celle qu'elle nous présente lorsqu'après avoir été pleine elle s'est éloignée de 45 degrés de son opposition; alors elle nous montre une portion de son disque éclairé, égale à celle qu'elle nous laissoit voir dans son second octant, et c'est ce qu'on appelle le *troisième octant*; 4°. à celle qu'elle nous présente lorsqu'elle s'est éloignée de 135 degrés de son opposition, et qu'elle n'est plus qu'à 45 degrés du soleil; alors elle se montre sous la forme de croissant, comme dans le premier octant, et c'est ce qu'on nomme le *quatrième octant*. (*Voyez* PHASES.)

OCTAVE. Intervalle de huit tons. C'est la première et la plus parfaite des consonances.

Deux cordes sont à l'octave l'une de l'autre lorsque l'une fait deux vibrations dans le temps que l'autre n'en fait qu'une, et cela peut arriver dans trois cas différens, eu égard à la longueur, au diamètre et au degré de tension des cordes. 1°. Deux cordes de même diamètre qui sont tendues par des poids égaux, mais dont les longueurs sont dans le rapport de 2 à 1, sont à l'octave l'une de l'autre, parce que celle qui a une longueur comme 2 ne fait qu'une vibration dans le temps que l'autre en fait deux. 2°. Deux cordes de même longueur tendues par des poids égaux, mais dont les diamètres sont dans le rapport de 2 à 1, sont à l'octave l'une de l'autre. 3°. Deux cordes de même longueur et de même diamètre qui sont tendues par des poids dans le rapport de 4 à 1 sont à l'octave l'une de l'autre; celle qui est tendue par le poids comme 4 donne l'octave au-dessus, tandis que celle qui est tendue par le poids comme 1 donne l'octave au-dessous. (*Voyez* l'article Cordes vibrantes.)

OCULAIRE. C'est ainsi qu'on nomme celui des verres d'une lunette ou d'un télescope, ou d'un microscope composé, qui est tourné vers l'œil. Ce nom sert à le distinguer de l'objectif, qui est celui des verres de ces instrumens qui est tourné vers l'objet. (*Voyez* Lunette, Télescope et Microscope.)

L'oculaire des lunettes et des télescopes doit être d'un foyer plus court que celui de l'objectif, tandis que dans le microscope le foyer de l'objectif doit être plus court que celui de l'oculaire. (*Voyez* Objectif et Foyer.)

ODEUR. On appelle *odeur* la sensation que nous fait éprouver la présence d'un corps odoriférant, et cette sensation a pour cause l'impression que font sur l'organe de l'odorat les particules qui émanent du corps odoriférant pour se repandre dans l'atmosphère. Ces particules sont en très-grand nombre, et jouissent conséquemment d'une grande ténuité, puisque la masse du corps qui les cède n'est jamais sensiblement altérée. (*Voyez* Divisibilité de la matière.) Mais par quel mécanisme les particules odorantes abandonnent-elles le corps auquel elles appartiennent pour se répandre dans l'air environnant? Ces particules jouissent sans doute d'une grande volatilité, c'est-à-dire, d'une grande tendance à passer à l'état aériforme à l'aide du calorique. Il peut se faire aussi que l'air ait la propriété de dissoudre les corps odoriférans; et que cette opération de la nature soit analogue à celle de l'air qui dissout l'eau dans l'acte de l'évaporation, et lui donne ainsi sa forme et à peu près sa densité. Au reste ce n'est là qu'un soupçon qui mérite d'être soumis à l'épreuve de l'expérience; elle seule pourra le justifier ou le détruire.

ODOMÈTRE. C'est une machine à rouage qui sert à mesurer le nombre de pas qu'on fait en marchant, ou le nombre de tours que fait la roue d'une voiture.

L'odomètre tel qu'il a été imaginé à l'époque de son origine étoit composé d'un tympan qu'on attachoit fortement au moyen de la roue de la voiture, et qui avoit une petite dent excédant la circonférence. Dans le corps de la voiture étoit une boîte immobile ayant un autre tympan mobile et traversé d'un essieu. Ce tym-

pan étoit divisé en un certain nombre de dents qui se rapportoient à la petite dent du premier tympan. Il avoit encore une petite dent à côté qui surpassoit les autres. Un troisième tympan divisé en autant de dents que le second étoit enfermé dans une autre boîte, de manière que ses dents se rapportoient à la petite dent qui étoit à côté du second tympan. Enfin le troisième tympan avoit autant de trous que la voiture pouvoit faire de milles par jour, et on mettoit dans chaque trou un petit caillou de forme sphérique qui tomboit lorsque le tympan étoit vertical à ce trou, et qui s'échappoit par un canal dans un vaisseau situé au fond de la voiture.

Tout étant ainsi disposé, lorsque la roue emportoit avec elle le premier tympan, celui-ci faisoit avancer le second d'une dent; le second communiquoit ce mouvement au troisième; et ce dernier, après un certain temps, laissoit tomber un caillou. Comme le nombre des dents du second tympan ainsi que celui des dents du troisième étoit assez considérable, la roue de la voiture faisoit plusieurs révolutions avant que le caillou sortît du trou qui le renfermoit. Ce nombre étant connu lorsqu'on entendoit tomber le caillou, on étoit instruit du nombre des révolutions qu'avoit fait cette roue, et connaissant la valeur de la circonférence de la roue, on étoit instruit du chemin parcouru. Il suffisoit, en arrivant, de compter le nombre des cailloux contenus dans le vaisseau destiné à les recevoir, et l'on savoit combien de milles on avoit fait depuis le moment du départ jusqu'à celui de l'arrivée.

Cet odomètre présente un inconvénient, qui consiste en ce qu'on ne peut connoître le chemin parcouru qu'en comptant les cailloux tombés au fond de la voiture. On s'est occupé de le faire évanouir et de construire des odomètres qui indiquent au premier coup d'œil combien on a parcouru de chemin. Mais la grande complication de ces sortes de machines, jointe au peu d'avantage qu'on en peut retirer, en ont fait abandonner l'usage. Ceux qui désireront en voir la description, peuvent lire le *Traité de la construction des instrumens de Mathématiques* de *Bion*.

ODORAT. C'est l'organe par lequel nous jugeons des odeurs. On lui donne le troisième rang parmi les sens qui sont en apparence les plus grossiers : il vient après le tact et le goût. Il paroît qu'on pourroit le placer à juste titre avant le goût, si l'on vouloit avoir égard à l'ordre que la nature observe dans l'exercice des sens. Car les fonctions de l'odorat précèdent assez souvent celles du goût; et dans bien des circonstances nous ne mangeons ou ne buvons que ce qui a déjà reçu l'approbation de l'odorat. C'est ce qui arrive particulièrement aux animaux qui, n'ayant le tact ni aussi familier, ni aussi fin que nous, soumettent au jugement de l'odorat les alimens qu'on leur présente.

Il y a beaucoup d'analogie entre l'odorat et le goût. Tout ce qui a de l'odeur a aussi de la saveur. Tout ce qui plaît à l'odorat est aussi agréable au goût; et ce qui déplaît à l'un déplaît en même temps à l'autre. Les odeurs nauséeuses soulèvent l'estomac. La satiété qui émousse le goût rend aussi l'odorat obtus : de là vient que les hommes qui vivent d'alimens peu sapides, ont le plus souvent un odorat exquis.

La nature a rapproché le goût de

l'odorat, afin qu'ils puissent se rendre des services réciproques. Ils communiquent ensemble, et souvent les sensations qu'ils nous font éprouver se confondent.

ŒIL. Organe de la vision. C'est une espèce de chambre obscure globuleuse, qui se compose de différentes enveloppes ou membranes séparées par des intervalles remplis de liqueurs de diverse densité.

Les enveloppes ou membranes qui entrent dans la structure de l'œil, sont au nombre de trois. La première et extérieure EDNNDE (*fig.* 110, *pl.* 15.) se nomme *cornée*. Sa forme est sphérique, et la partie DED qui est un segment d'une plus petite sphère que le reste, a toute la transparence d'une corne fine.

La seconde PHP porte le nom de *sclerotique* : elle a une ouverture PP qui s'appelle prunelle, et qui est bordée d'une espèce de rideau noir, gris ou blenâtre, qu'on nomme l'*iris*. L'iris conserve toujours la forme circulaire à la prunelle, soit que celle-ci se dilate, lorsque l'œil entre dans l'obscurité; soit qu'elle se contracte, lorsque l'œil est exposé à une lumière plus vive. (Ces deux mouvemens se font involontairement.)

La troisième membrane CBsBC porte le nom de *choroïde* : c'est un tapis velouté et imbu d'une liqueur très-noire, qui sert conséquemment à faire de l'œil une chambre obscure. Il absorbe les rayons dont la réfraction se fait irrégulièrement dans l'œil.

A la choroïde, et au-dessous de la prunelle, est attachée une espèce de lentille CC qu'on appelle *cristallin*. Sa convexité est d'un plus petit rayon dans sa partie antérieure : il est retenu par deux muscles BC, BC appelés *ligamens ciliaires*, qui, en le tirant de C vers B, diminuent, au besoin, sa convexité. Ces muscles peuvent servir aussi à faire aller le cristallin en avant ou en arrière.

Sur le fond de l'œil, vers HH, est un réseau d'une blancheur éblouissante et d'une grande finesse, qui se nomme *rétine*, et qui s'étend sur la choroïde.

Dans l'espace qui sépare la cornée du cristallin, il y a une liqueur très-limpide et très-claire, dans laquelle l'iris nage. Elle s'appelle humeur aqueuse. Entre le cristallin et le fond de l'œil, il y a une substance très-claire, mais d'une consistance gélatineuse. Elle se nomme humeur vitrée.

Lorque des rayons lumineux entrent dans l'œil, ils se réfractent en pénétrant l'humeur aqueuse, de manière que le sinus d'incidence est au sinus de réfraction comme 4 à 3 : ils se réfractent encore un peu à l'entrée et à la sortie du cristallin. Car dans le passage de l'humeur aqueuse au cristallin, le rapport des sinus est comme 13 à 12, et à l'entrée de l'humeur vitrée comme 12 à 13. Toutes ces réfractions ont pour but de réunir tous les rayons qui sont partis d'un même point de l'objet, et d'en former conséquemment une image qui fait voir distinctement l'objet, lorsqu'elle se forme sur la rétine; mais confusément, lorsqu'elle se forme en deçà ou lorsquelle tend à se former au-delà.

Pour concevoir plus clairement la formation des images, il importe de remarquer que chaque point lumineux est le sommet d'une pyramide de lumière dont la base est dans la prunelle. Les réfractions que les rayons souf-

frent dans l'œil, font converger les rayons qui divergeoient auparavant, de manière qu'il se forme une autre pyramide lumineuse dont la prunelle est aussi la base, et dont le sommet est au fond de l'organe, où les rayons forment, par leur concours, une image sensible du point d'où ils sont partis. Cela posé, 1°. si le point lumineux est situé dans un des points de l'axe optique de l'œil, c'est-à-dire, dans un des points d'une droite, qui, tombant perpendiculairement sur l'œil, passe par son centre, par exemple, au point R (*fig.* 110, *pl.* 15), son image sera dans un des points du même axe comme en *r*; l'image du point Q sera au point *q* de l'axe *Qq*, et l'image du point S au point *s*: d'où il suit évidemment que l'image d'un objet a dans l'œil une situation renversée.

2°. Il se forme deux pyramides de lumière opposées par le sommet qui est au centre de la prunelle; la pyramide extérieure a pour base la surface entière de l'objet, tandis que la base de la pyramide intérieure est l'image entière de l'objet et cette image fait naître l'idée de la présence et de la figure de l'objet.

ŒIL ARTIFICIEL. C'est une espèce de machine dans laquelle les objets se peignent comme dans l'œil naturel, et qui, sous ce rapport, a avec l'organe de la vision de grands traits de ressemblance.

On construit cette machine avec deux hémisphères de bois de 54 millimètres (2 pouces) de rayon, qui se joignent de manière à former une boule creuse. On fait vers le milieu d'un de ces hémisphères une ouverture circulaire d'environ 12 millimètres (5 lignes) de rayon, dans laquelle on place un verre bi-convexe qui fait les fonctions du cristallin. L'autre hémisphère a aussi une ouverture circulaire de 27 millimètres (1 pouce) de rayon, à laquelle on adapte un tuyau de bois de même diamètre. Dans ce tuyau on en place un autre qui est mobile, et qu'on peut conséquemment avancer ou reculer suivant les circonstances. A l'extrémité intérieure de ce second tuyau est attaché un papier huilé ou un verre non poli et plan de deux côtés qui représente la rétine.

Cette machine est soutenue par un pied qui en rend l'usage commode et facile. Pour en voir l'effet, on tourne l'ouverture vers l'objet qu'on veut voir dans la machine, et on recule ou on avance le tuyau mobile jusqu'à ce que, regardant par l'ouverture de ce tuyau, on voit l'objet représenté sur le verre non poli. L'image de cet objet vient s'y peindre renversée, comme elle se peindroit sur la rétine de l'organe de la vision.

Quelques physiciens font servir à la construction de l'œil artificiel un simple tuyau de carton de 54 millimètres (2 pouces) de rayon, et d'environ 3 décimètres (12 pouces) de longueur. A une des ouvertures de ce tuyau, on place un verre bi-convexe d'environ 135 millimètres (5 pouces) de foyer; l'autre ouverture reçoit l'extrémité d'un second tuyau d'environ 216 millimètres (8 pouces) de longueur, à laquelle est adapté un verre plan rembruni, ou un parchemin mince bien lavé et huilé. Cet instrument est porté sur un pied comme le précédent, et sert absolument au même usage.

Les effets que produit l'œil artificiel sont les mêmes que ceux de la vision et s'expliquent de la même manière. (*Voyez* VISION.)

ŒIL DE BŒUF. Le cap de Bonne-

Espérance est fameux par ses tempêtes et par le nuage singulier qui leur donne naissance. Ce nuage ne paroît d'abord que comme une petite tache ronde dans le ciel, et les matelots lui ont donné le nom d'*OEil de Bœuf*. De tous les voyageurs qui ont parlé de ce nuage, *Kolbe* est celui qui l'a examiné avec le plus de soin. Voyez à ce sujet sa *Description du cap de Bonne-Espérance*, tome I, page 224 et suivantes.

ŒIL. (Globe de l'œil.) *Voyez* GLOBE DE L'ŒIL.

ŒIL. (Humeurs de l'œil.) *Voyez* HUMEURS DE L'ŒIL.

ŒIL. (Iris de l'œil). *Voyez* IRIS DE L'ŒIL.

ŒIL. (Membranes de l'œil.) *Voy.* ŒIL.

ŒIL. (Orbite de l'œil.) *Voyez* ORBITE DE L'ŒIL.

ŒIL. (Tuniques de l'œil.) *Voyez* TUNIQUES DE L'ŒIL.

OIE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie boréale du ciel, qui est située en partie dans la Voie lactée, entre la Lyre et l'Aigle. C'est avec le Renard une des onze constellations formées par *Hévélius*, et ajoutées aux anciennes dans son ouvrage qui a pour titre : *Firmamentum sobieskianum*, dans lequel il a donné la figure de cette constellation.

Cette constellation et celle du Renard, répondent à celle qu'*Augustin Royer* avoit formée auparavant sous le nom de fleuve du Tigre. (*Voyez* FLEUVE DU TIGRE.)

OISEAU DE PARADIS. C'est le nom d'une des constellations de la partie australe du ciel, qui est située au voisinage du pôle austral, entre le Triangle austral et l'Octant. C'est une des 12 constellations décrites par *Jean Bayer*, et ajoutées aux 15 constellations australes de *Ptolomée*. *Lacaille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. 20.

Cette constellation ne se montre jamais sur notre horizon, parce que les étoiles dont elle se compose ont une déclinaison méridionale trop grande.

OMBRE. Défaut de clarté dans un endroit privé de la présence du fluide lumineux par l'interposition d'un corps opaque.

Un corps opaque éclairé en partie, jette une ombre qui se termine par des lignes droites; car le fluide lumineux se propage toujours en ligne droite, et les rayons lumineux qui effleurent les extrémités des corps, terminent l'ombre qui reste derrière les corps.

L'ombre que projette un corps opaque, est d'autant plus épaisse ou obscure, que l'intensité d'action du corps lumineux est plus grande; car alors la clarté que fait naître la présence du fluide lumineux contraste plus sensiblement avec l'ombre qui l'avoisine.

L'ombre formée par l'interposition d'un corps opaque dans un milieu éclairé, et reçue sur un plan, est toujours terminée par une pénombre d'autant plus étendue, que le corps lumineux a plus de diamètre, que le corps opaque est plus éloigné du plan qui reçoit son ombre, et que cette ombre est reçue plus obliquement sur ce plan.

Soit AB le soleil (*fig.* 111, *pl.* 15), ED un objet placé sur le plan DI;

soient menés les rayons BF, CG, AH, il est clair que le soleil entier est visible au spectateur qui s'avance de I vers H. Parvenu à ce point, il commence à n'être plus éclairé par le bord inférieur A du soleil : à mesure qu'il s'avance, il voit une portion de plus en plus petite du disque solaire. En G il ne voit que la moitié supérieure de cet astre, en F il cesse de le voir; il entre dans l'ombre pure FD; d'où il résulte, 1°. qu'il voit d'autant moins clair qu'il s'approche plus de la vraie ombre, de sorte que l'espace HF est couvert d'une pénombre d'autant plus forte, qu'elle est plus près de l'ombre pure qui commence en F; 2°. dans le triangle FEH, le côté FH qui mesure la pénombre, augmente, 1°. lorsque l'angle opposé FEH qui mesure le diamètre apparent de l'objet lumineux augmente; 2°. lorsque la distance ED de l'extrémité E du corps au plan DI qui reçoit l'ombre, est plus grande; 3°. lorsque les droites EH, EF, sont plus obliques.

C'est pour cela que le terme de l'ombre des corps éclairés par le soleil est toujours confus, surtout lorsque l'ombre est loin du corps qui lui donne naissance; et parce que le diamètre du soleil est vu sous un angle d'environ 32 minutes, il est clair que la grandeur FH de la pénombre d'un objet est à la distance de l'extrémité E de l'objet au commencement F de son ombre pure, comme le sinus de 32 minutes est au sinus de l'angle EHD de la hauteur apparente du bord inférieur du soleil au-dessus du plan DI, qui reçoit l'ombre. Ce que nous disons du soleil doit s'entendre de la lune, et généralement de tous les corps lumineux qui ont un diamètre sensible.

Si un corps lumineux a une forme sphérique, ainsi que le corps opaque qu'il éclaire, il en éclairera une partie d'autant plus petite, et il y emploiera une partie de sa surface d'autant plus grande, qu'il sera plus petit. Le contraire arrivera s'il est plus grand. S'ils ont même diamètre, la moitié de la surface du corps lucide éclaire la moitié de la surface du corps opaque.

Soit le globe lumineux B (*fig.* 112, *pl.* 15), éclairant le globe C d'un plus grand diamètre. Il est évident que la partie du globe C, qui en est éclairée, est déterminée par les derniers rayons qui puissent y atteindre, et conséquemment par les rayons qui le touchent. De même les derniers rayons du globe B qui puissent éclairer le globe C, ne peuvent être que des rayons tangens; d'où il résulte que les tangentes LP, KO, déterminent et les derniers points éclairans L, K, et les derniers points éclairés P, O. Élevons sur la droite BC les diamètres perpendiculaires HI, MN, ils partageront en deux également les circonférences des globes B, C : et si des mêmes points B et C, nous menons sur les tangentes les perpendiculaires BL, BK, CP, CO, elles détermineront les points de contact; d'où il suit que l'arc LRK, plus grand que la demi-circonférence, représentera la partie éclairante, et l'arc PSO, moindre que la demi-circonférence, représentera la partie éclairée. Si au contraire C est le corps lumineux, et B le corps opaque, l'arc PSO en représente la partie éclairante, et l'arc LRK la partie éclairée. Enfin si les globes sont égaux, les tangentes sont parallèles; elles passent par les extrémités des diamètres HI, MN, et conséquemment l'arc éclairant et l'arc

éclairé égalent chacun une demi-conconférence.

Il suit de là, 1°. qu'à cause des triangles rectangles semblables LBH, PMC, KBI, OCN, les arcs LH, PM, KI, ON, sont d'un même nombre de degrés; et que, conséquemment l'arc d'un globe qui mesure la largeur de la partie éclairante, est ce qui manque à l'arc qui mesure la largeur de la partie éclairée de l'autre globe, pour valoir la circonférence entière.

2°. Par une raison semblable, l'arc obscur du globe éclairé a autant de degrés que l'arc éclairant du globe lumineux, et l'arc éclairé en a autant que celui qui n'éclaire pas.

3°. Il est aisé de voir qu'à cause des triangles rectangles semblables ABL, BLH, l'angle BAL = LBH : d'où il résulte que l'excès de l'arc éclairé sur l'arc obscur, ou la différence entre la partie éclairante et la partie éclairée, est mesurée par l'angle, LAK des rayons tangens.

4°. Un globe éclaire la moitié d'un globe qui lui est égal, à quelque distance qu'ils soient l'un de l'autre; mais un globe qui en éclaire un autre plus petit, en éclaire une partie d'autant plus grande qu'il en sera plus près, et réciproquement.

Car plus les globes sont voisins, plus l'angle PAO des tangentes sera grand, et conséquemment plus la partie éclairée excédera celle qui ne l'est pas : de là vient qu'on ne peut voir d'un œil seul la moitié d'un globe dont le diamètre est plus grand que l'ouverture de la prunelle. Le soleil éclaire plus que la moitié de chacune des planètes. La lune en conjonction avec le soleil, éclaire moins que la moitié du globe terrestre.

5°. L'ombre que jette un globe éclairé par un globe qui lui est égal, est cylindrique et infinie; car elle est terminée par des rayons parallèles, et qui entourent une circonférence de cercle.

6°. L'ombre d'un globe éclairé par un plus gros, est un cône fini comme KAL.

7°. L'ombre QPOV d'un globe C éclairé par un plus petit B, s'étend à l'infini en un cône tronqué.

8°. Il est aisé de déterminer la longueur de l'axe BA du cône d'ombre du plus petit globe, étant donné les demi-diamètres BK, CO, et la distance BC des deux globes.

Car si on mène KD parallèles à BC, à cause des parallèles BK, CO, on a BK = CD; et BC = KD; mais les triangles KDO, ACO sont semblables : donc DO : OC : : DK : CA; ou CO — BK : CO : : CB : CA. Soustrayant CB de CA, reste BA qu'on cherche. Si nous supposons que B représente la terre, et C le soleil, BK = 1, CO = 80, 5 et BC = 17189, et nous trouvons que BA = 216 rayons terrestres.

On distingue deux sortes d'ombres, *l'ombre droite* et *l'ombre renversée*. La première est celle que jette un corps sur un plan horizontal, auquel il est perpendiculaire; et elle est au corps opaque qui la produit, comme le cosinus de la hauteur du corps éclairant est au sinus de cette même hauteur : d'où il suit que si ce sinus et le cosinus sont égaux, ce qui arrive lorsque le soleil est élevé de 45 degrés sur l'horizon, l'ombre droite du corps est égale au corps même. Elle est plus grande, si le sinus de la hauteur du corps éclairant est plus

petit que le cosinus de cette même hauteur, ce qui arrive lorsque le soleil est élevé de moins de 45 degrés sur l'horizon; enfin elle est plus petite, lorsque le sinus de la hauteur du corps éclairant est plus grand que le cosinus de cette même hauteur, ce qui arrive, lorsque le soleil est élevé de plus de 45 degrés sur l'horizon.

L'ombre renversée est celle que jette sur un plan vertical un corps qui lui est perpendiculaire. Telle est l'ombre d'un bras tendu, projetée sur le corps d'un homme; telle est celle d'une barre de fer, fixée perpendiculairement dans un mur. Il en est de l'ombre renversée, comme de l'ombre droite. Elle est au corps opaque comme le sinus de la hauteur du corps éclairant est à son cosinus.

Les anciens géomètres faisoient servir l'ombre droite à la mesure des hauteurs des corps; et lorsque l'ombre droite étoit trop longue, ils employoient l'ombre renversée. Mais les erreurs attachées à ces sortes de méthodes, n'ont pas tardé à en faire abandonner l'usage.

Buffon a observé le premier que les ombres des corps qui, par leur nature, doivent être noires, sont toujours colorées au lever et au coucher du soleil. Celles qui tombent sur un fond blanc, comme sur un mur blanchi, sont ordinairement colorées de bleu, et souvent d'un bleu aussi vif que le plus bel azur. On peut en faire aisément l'expérience; en regardant l'ombre d'un de ses doigts, au lever ou au coucher du soleil, sur un morceau de papier blanc.

Léonard de Vinci a, le premier donné une explication satisfaisante de ce phénomène. Voici en quoi elle consiste. La superficie de tout corps opaque tient de la couleur du corps qui l'éclaire; donc une muraille blanche, tout à fait privée de couleur, prend une teinte de la couleur azurée du ciel. A présent, si au lever ou au coucher du soleil, qui alors a une couleur rougeâtre, un corps opaque projette une ombre sur la muraille; la partie qui reçoit l'ombre sera toujours teinte de la couleur azurée du ciel, que les autres parties ne peuvent conserver, parce qu'elles sont éclairées par les rayons solaires, qui leur donnent une couleur rougeâtre.

Dans la perspective, ce sont les ombres qui font le tableau; et mieux le clair obscur est entendu, mieux la nature est imitée. Les ombres doivent être distribuées suivant que le jour vient sur le tableau; et cette distribution commande beaucoup d'exactitude à imiter ce que la nature offre dans différens sujets situés de telle ou telle manière. Nous nous bornerons à dire que les ombres des surfaces et des corps étant terminées par les ombres des lignes qui forment ces surfaces et ces solides, et par lesquelles passent les rayons solaires, on peut prendre pour règles de ces ombres, celles de ces lignes. Toute la théorie de la perspective sera donc renfermée dans les ombres des lignes: voici à ce sujet des principes, dont tous les traités de perspective renferment la démonstration.

1°. Si plusieurs lignes droites, élevées perpendiculairement ou obliquement sur un terrain, sont parallèles entr'elles, leurs ombres sont aussi parallèles entr'elles, et en même raison que ces lignes.

2°. Si le soleil est dans le plan du tableau, l'ombre d'une ligne perpen-

diculaire sur le plan du terrain, est parallèle à la ligne de terre.

3°. Quand le soleil est hors du plan du tableau, soit du côté de l'œil, soit de l'autre côté, l'ombre d'une ligne perpendiculaire sur le plan du terrain est oblique sur la ligne de la terre.

En suivant ces principes, si l'on veut tracer sur un tableau les apparences des ombres des lignes, des figures et des corps élevés sur le plan, on commencera par tracer sur le plan les ombres des lignes, des figures et des corps, et l'on cherchera ensuite les apparences des lignes et des surfaces tracées sur le terrain

OMBROMÈTRE. On a donné ce nom à une machine qui sert à mesurer la quantité de pluie qui tombe chaque année.

Cette machine consiste dans un entonnoir de fer blanc, dont la surface est d'un pouce carré, applatie, avec un tuyau de verre placé dans le milieu. L'élévation de l'eau dans le tube, qui est gradué dans toute sa longueur, montre la quantité de pluie qui tombe en différens temps.

OMPHALOPTÈRE ou OMPHALOPTIQUE. C'est ainsi qu'on appelait un verre convexe des deux côtés. Cette expresion n'est plus d'usage; on lui a substitué celle de verre bi-convexe on *lentille bi-convexe*.

ONDE. (*Voyez* Ondulation.)

ONDÉE. On appelle ainsi une pluie qui ne dure que peu de temps (*Voy.* Pluie.)

ONDULATION ou ONDE. Espèce de mouvement oscillatoire qu'on observe sur la surface d'un liquide, et qui le fait alternativement s'élever et s'abaisser.

Lorsque le liquide est en repos, le mouvement d'ondulation se multiplie par des cercles concentriques, comme on peut le remarquer en jetant une pierre sur la surface d'une eau tranquille, ou même en touchant légèrement avec le doigt la surface du liquide.

Si l'on touche la surface d'un liquide, la molécule inférieure de la colonne verticale qui répond au point du contact se trouve plus pressée que ses voisines; elle réagit sur elles, et détermine l'élévation des colonnes dont elles font partie. L'équilibre est rompu entre les colonnes verticales dont le liquide se compose: elles doivent donc alternativement s'élever et s'abaisser, et former des ondes.

Ces sortes d'ondulations deviennent très-sensibles lorsqu'on lance avec force une pierre sur la surface d'une eau tranquille: car alors les colonnes fluides, s'élevant plus haut autour du point d'immersion et retombant ensuite, mettent en mouvement les colonnes voisines, qui s'élèvent de même autour de l'endroit où la pierre est tombée, comme autour d'un centre, et forment le premier cercle ondulatoire. Ce cercle retombe ensuite, donne une impulsion au fluide voisin, qui s'élève pareillement sous forme de cercle; et ainsi successivement, il se produit, autour de la pierre, comme centre des cercles toujours plus grands que ceux qui leur donnent naissance.

ONDULATION se dit aussi d'un mouvement qui se communique aux molécules de l'air, lorsqu'on frappe un corps sonore. (*Voyez* Son.)

OPACITÉ. Propriété qu'ont certains corps de ne point transmettre le fluide lumineux. Si ces sortes de corps

brillent, ce n'est jamais que d'une clarté réfléchie.

Le phénomène de l'opacité a long-temps excité la surprise et piqué l'activité des physiciens. On a d'abord imaginé qu'un corps est opaque, parce que le fluide lumineux qui se présente à sa surface trouve, sur sa route, des molécules de matière qui, résistant victorieusement à son passage, l'empêchent de s'introduire entre les pores de ce corps. Pour détruire cette explication, il a suffi sans doute de considérer que des corps très-durs et très-denses, tels que le diamant, offrent un passage libre au fluide lumineux, tandis que des corps très-poreux, tels que le liège, jouissent du privilège de l'opacité.

Pour qu'un corps soit opaque, il faut qu'il réfléchisse le fluide lumineux, et que ce fluide soit détourné de sa route rectiligne; et pour cela, il suffit que les molécules, dont le corps est formé, soient séparées par des intervalles ou vides, ou remplis d'un milieu qui diffère en force réfringente avec ces mêmes molécules : car si le fluide lumineux pénètre ce corps, il tombera sur la surface qui sépare les milieux dont la force réfringente est différente; et conséquemment il éprouvera une infinité de réflexions et de réfractions qui le forceront de se disperser dans le corps sans lui permettre d'en sortir. (*Voyez* Réfraction.)

Pour qu'un corps soit transparent, il suffit que les intervalles qui séparent les molécules dont il est formé, soient remplis par un milieu de même force réfringente que ces molécules; car, alors le fluide lumineux ne souffrira, dans le corps, ni réflexion, ni réfraction; il suivra sa route rectiligne, et le corps sera transparent.

1°. Une feuille de papier devient plus transparente par son immersion dans l'eau, parce que le liquide pénètre ses pores, et qu'il diffère moins que l'air en force réfringente, avec les molécules dont le papier se compose.

2°. Si l'on remplit une fiole de verre mince, en partie d'eau bien claire, en partie d'huile de thérébentine, plus légère que l'eau, les deux liquides demeurent l'un sur l'autre sans se mêler, et chacun d'eux conserve sa transparence; mais du moment qu'on secoue la fiole, de manière que les deux liquides se mêlent, le mélange devient opaque.

3°. L'eau battue par sa propre chute ou par un autre moyen quelconque, le blanc d'œuf fouetté, etc., deviennent opaques, parce que l'air qui s'y introduit forme, avec ces matières, un tout composé de parties qui diffèrent beaucoup en force réfringente.

4°. Du verre pilé, fêlé ou dépoli, perd sa transparence; mais il la recouvre si on y mêle de l'eau, parce qu'on substitue à l'air, qui était mêlé avec le verre, un liquide dont la force réfringente approche davantage de la sienne.

5°. L'hydrophane acquiert la transparence par son immersion dans l'eau, dont la densité, et conséquemment la force réfringente, se rapproche de celle de la pierre, et qui chasse l'air interposé dans les pores de l'hydrophane.

Ces faits, et une foule d'autres que je pourrais citer, confirment l'explication que j'ai donnée, d'après *Newton*, du phénomène de l'opacité. Cette propriété prend naissance dans la différence qui existe entre la force réfringente des molécules dont un corps se

compose, et celle du milieu qui remplit les intervalles qui séparent ces molécules. Plus cette différence est grande, plus le corps est opaque; plus elle est petite, plus l'opacité diminue.

Patrin attaque cette explication dans le *Nouveau Dictionnaire d'Histoire naturelle*, tom. II, pag. 481 et les suivantes, art. *Hydrophane.*

« Il s'en suivroit, dit ce savant physicien, pag. 482 du tome cité, que » l'eau devrait être opaque; car elle » contient une quantité d'air très-considérable, qui se trouve disséminé » dans ses pores, et qui s'en échappe » sous le récipient de la machine pneumatique, comme il s'échappe de ceux » de l'hydrophane. Ainsi d'après l'explication, la lumière éprouveroit en » traversant chaque molécule d'eau, » une réfraction et une réflexion de » ses rayons, occasionnées par la différence de densité de la molécule » d'air qui succèderoit à la molécule » d'eau; et comme cette différence » de densité est dans le rapport d'environ 800 à 1, il devroit y avoir » tant de rayons de réfléchis, qu'enfin aucun ne pourroit être transmis; » et l'eau seroit opaque ou tout au plus » translucide; ce qui est contraire à » à l'observation. »

Cette objection auroit sans doute beaucoup de force, s'il étoit vrai que l'air contenu dans l'eau y conservât son état élastique. Cela n'est point; car si l'air que contient l'eau y étoit à l'état élastique, il devroit s'élever sur la surface du liquide, en vertu de sa grande légèreté respective; et bientôt l'eau en seroit entièrement dépouillée. On dira peut-être que l'air est enchaîné dans l'eau par l'attraction que les molécules du liquide exercent sur celles du fluide aériforme. Mais alors l'air doit se trouver dans l'eau dans l'état de dissolution, et conséquemment il a pris la forme et à très peu près la densité de l'eau: d'où il résulte que l'air contenu dans l'eau ne peut troubler sa transparence.

Si l'on met sous le récipient de la machine pneumatique un verre plein d'eau commune, et qu'on fasse le vide, l'air s'échappe de l'eau sous la forme de fluide élastique: il faut se garder d'en conclure qu'il étoit dans l'eau à l'état de gaz. L'eau et l'air renfermés dans le verre me présentent, avant l'évacuation du récipient, l'assemblage de deux fluides qui ont même densité, mais différens degrés de volatilité. L'air qui est plus volatil, c'est-à-dire, qui a plus de tendance que l'eau à passer à l'état aériforme, doit donc reprendre sa forme élastique, du moment qu'on supprime la pression de l'atmosphère, et s'élever en vertu de sa légèreté sur la surface du liquide.

Au reste, long-tems avant qu'on eût des idées claires sur les dissolutions, *Mariotte* avoit prouvé par l'expérience suivante, que l'air contenu dans l'eau n'y est pas sous forme élastique. (Voyez *les œuvres de Mariotte*, chapitre de *la nature de l'air*, nouvelle édition, page 164.).

Expérience.

On prend un petit verre de la figure d'un dé à coudre, mais un peu plus grand; on fait bouillir de l'huile dans un petit vaisseau pour la purger d'air; et l'ayant laissée refroidir, on y plonge de travers le petit verre pour le remplir; on le dresse ensuite sur la surface du liquide, de manière qu'il n'y entre point d'air, et qu'il de-

meure plein d'huile : on échauffe l'huile avec une bougie allumée ; on en fait sortir une fumée légère qui fait rider sa surface en plusieurs endroits ; mais on ne voit pas sortir d'air ; on n'en voit même paraître aucune bulle au haut du petit verre, lors même que l'huile est fortement échauffée. On laisse refroidir l'huile, et on y met avec le bout d'une paille une goutte d'eau : on la couvre avec le petit verre qui doit toujours demeurer plein d'huile ; on remet ensuite la bougie allumée sous l'endroit où est la goutte d'eau, et peu de temps après on voit sortir de cette goutte d'eau de petites bulles d'air qui s'élèvent au haut du petit verre, en chassent l'huile, et remplissent après cinq ou six minutes la moitié de sa capacité. On laisse refroidir l'huile, et cet air étant refroidi occupe environ dix fois plus d'espace que la goutte d'eau ; ce qui prouve que cet air n'étoit pas dans la goutte d'eau à l'état élastique, mais dans un état de dissolution par ce liquide ; et comme c'est le propre d'un dissolvant de donner à la substance dissoute sa forme et sa densité, il faut conclure que l'air qui est dans l'eau a la forme et la densité de ce liquide, et conséquemment qu'il ne peut troubler sa transparence.

A l'explication que nous avons donnée des phénomènes de l'opacité et de la transparence, *Patrin* en substitue une autre. « Les corps sont diaphanes, dit ce physicien, à proportion de l'affinité qu'ils ont avec la lumière, soit par eux-mêmes, soit parce que cette propriété leur serait communiquée par d'autres corps avec lesquels ils auraient eux-mêmes de l'affinité. »

« Ainsi lorsqu'on plonge l'hydrophane dans l'eau, ce liquide qui jouit d'une très-grande affinité avec la lumière, venant à pénétrer jusques dans les plus petits pores de l'hydrophane, augmente la foible affinité que les molécules de cette pierre ont naturellement avec le fluide lumineux, et bientôt celles-ci s'en laissent pénétrer, et livrent à ses rayons un passage presque aussi libre que l'eau elle même. »

Si cette explication étoit vraie, des molécules d'eau interposées entre les molécules de l'air, augmenteroient sa transparence ; car ce liquide qui jouit d'une très grande affinité pour le fluide lumineux, augmenteroit celle de l'air pour ce même fluide. D'où résulteroit, suivant *Patrin*, un passage plus libre et plus facile pour le fluide lumineux. Or, dans cette hypothèse, comment expliquer, 1°. pourquoi les brouillards enlèvent à l'air sa transparence ; 2°. pourquoi les nuages qui se composent de molécules d'eau et de molécules d'air, jouissent de l'opacité ; il me semble, je l'avoue, difficile de plier ces sortes de phénomènes à l'hypothèse ingénieuse de *Patrin*.

Les brouillards enlèvent à l'air sa transparence, parce qu'ils se composent de molécules aqueuses, dont la force réfringente est bien différente de celle de l'air ; il en est de même des nuages, et ce qui confirme la bonté de cette explication, c'est que si les molécules d'eau, au lieu d'être interposées entre les molécules de l'air, s'y trouvent dans l'état de dissolution, elles n'altèrent plus sa transparence, parce qu'alors elles ont pris la forme et la densité de l'air, ce qui fait que l'eau, dans cet état, jouit d'une force réfringente qui approche de celle du fluide aériforme.

OPPOSITION. On dit que deux astres sont en opposition, lorsqu'on les rapporte à des points diamétralement opposés de la sphère céleste, c'est à dire, lorsque leurs longitudes diffèrent de 180 degrés ou de 200 degrés, division décimale du cercle. (*Voy.* Longitude).

La lune en opposition avec le soleil nous montre tout son hémisphère éclairé, et alors on la nomme *pleine lune* (*Voyez* Lune).

Les éclipses de lune n'arrivent jamais que lorsque ce satellite de la terre est en opposition avec le soleil, et qu'elle se trouve au voisinage de ses nœuds (*Voy.* Eclipse de lune).

OPTIQUE. Le mot optique est pris assez souvent sous des acceptions différentes; tantôt il exprime la science de la vision en général; et alors il comprend la catoptrique, la dioptrique et même la perspective (*Voyez* Catoptrique, Dioptrique et Perspective).

Tantôt on emploie le mot *optique* pour désigner la partie de la physique qui a pour objet les propriétés du fluide lumineux, et les couleurs des corps naturels, sans aucun rapport à la vision.

Enfin dans un sens moins étendu le mot optique exprime la science qui traite des effets du fluide lumineux, en tant qu'il arrive directement du corps lucide à l'organe de la vision, c'est à dire, sans qu'il ait éprouvé aucune réflexion, ni aucune réfraction.

OPTIQUE. (machine) Boîte dans laquelle des objets assez éclairés se montrent sous des images amplifiées et dans l'éloignement à la faveur de miroirs et de verres convexes. On en construit de différentes manières; mais les principaux élémens dont toutes ces machines se composent sont les suivans. On place dans la partie supérieure d'une boîte un miroir plan incliné à 45 degrés, et dans une ouverture faite vers le milieu de la largeur d'un des côtés de la boîte un verre lenticulaire. Si le fond et les côtés de la boîte sont couverts de différens objets, les rayons lumineux qui en partent et qui tombent sur le miroir sont réfléchis au verre lenticulaire, qui les réfracte de manière que l'œil situé devant le verre aperçoit les images de tous ces objets amplifiées dans l'éloignement et dans une situation horizontale. Les deux premiers effets résultent des propriétés des verres convexes, et le troisième a pour cause les propriétés des miroirs plans. (*Voyez* Verre convexe et Miroir plan.)

Si sur les deux côtés de la boîte perpendiculaires à celui où est situé le verre convexe on place d'autres miroirs plans parallèles à ces côtés, les images seront multipliées presque à l'infini.

OPTIQUE (axe.) (*Voyez* Axe optique.)

OPTIQUE (pinceau.) (*Voy.* Pinceau optique.)

OPTIQUE (angle.) (*Voy.* Angle optique.)

OR. (*Voyez* Métaux.)

OR FULMINANT ou OXIDE D'OR AMMONIACAL. C'est un composé d'oxide d'or et d'ammoniaque.

Pour préparer l'or fulminant, on étend une dissolution nitro-muriatique d'or de trois ou quatre fois son poids d'eau distillée; on y verse de l'ammoniaque caustique peu à peu et

jusqu'à ce qu'il ne se fasse plus de précipité; mais il faut prendre garde de ne point en ajouter plus qu'il n'en faut, car l'excédant dissout facilement l'oxide suspendu dans la liqueur. On lave avec soin le précipité, et on le fait sécher à l'air; on le met ensuite dans des vaisseaux bouchés avec du linge, ou recouverts de simple papier. Ce précipité est d'un jaune roux; il pèse environ un quart de plus que l'or qui étoit dissous.

On obtient aussi ce précipité fulminant en décomposant une dissolution de l'or faite par l'acide mixte composé d'acide nitrique et de muriate d'ammoniaque, par un alcali fixe; parce que celui-ci commence par séparer l'ammoniaque qui se porte sur le muriate d'or.

1°. L'or fulminant détonne par le frottement et par la percussion. On peut s'en convaincre en frappant avec un marteau un peu de cette poudre placée sur un tas d'acier; on aperçoit une flamme légère au moment où la détonation se fait entendre, et l'on trouve l'or réduit sur l'acier.

2°. L'or fulminant détonne à l'aide de la chaleur. Si l'on expose au feu sur une lame de fer ou d'argent une très-petite quantité d'or fulminant, il prend une couleur brune; bientôt on aperçoit une espèce de flamme au moment où l'or fulmine, et il reste sur la lame une trace d'or très-pur.

3°. L'étincelle électrique produit la détonation de l'or fulminant.

4°. Si l'on expose l'or fulminant à une chaleur très-douce, non seulement il ne fulmine pas, mais on le dépouille de sa propriété fulminante, d'après les observations de *Bergman*. On produit le même effet en l'exposant à la chaleur de l'eau bouillante.

Berthollet a fait détonner à l'aide d'une forte chaleur quelques grains d'or fulminant dans des tubes de cuivre, dont une extrémité plongeoit sous des cloches remplies de mercure, et il a obtenu du gaz azote, quelques gouttes d'eau et de l'or bien réduit. L'or fulminant se décompose en ses deux principes, l'oxide d'or et l'ammoniaque; chacun de ces principes éprouve aussi une décomposition. L'hydrogène de l'ammoniaque se porte sur l'oxigène de l'oxide, et se combine avec lui pour former de l'eau, tandis que l'azote de l'ammoniaque devenu libre se dégage sous forme élastique, et que l'or dépouillé de son oxigène recouvre toute sa pureté: d'où il résulte que l'or fulminant est un composé d'oxide d'or et d'ammoniaque.

L'argent fulminant est, comme l'or fulminant, un oxide ammoniacal. Il existe entre ces deux produits des différences, qui tiennent sans doute aux proportions et à l'état plus ou moins condensé de l'oxide et de l'ammoniaque contenus dans ces produits. Pour les bien connaître, il ne reste plus à trouver que ces différences de proportion qui rendent le second beaucoup plus fulminant que le premier.

ORAGE. Pluie abondante et de peu de durée, ordinairement précédée par une chaleur étouffante et par des vents impétueux; mais toujours accompagnée d'éclairs, de foudre et de tonnerre. (*Voy.* les mots ECLAIR, FOUDRE, TONNERRE.)

Ces différens phénomènes qui se combinent dans la formation des orages, étoient anciennement attribués à une vive fermentation produite naturellement dans le sein de l'atmosphère, et à peu près semblable à celle que

fait naître dans nos laboratoires un mélange bien assorti de soufre, de charbon et de nitrate de potasse, dont la présence d'un corps ignescent augmente la température.

Un grand nombre de physiciens ont partagé cette opinion jusqu'à l'époque où *Franklin* a arraché le fluide électrique aux nuages orageux, et l'a fait servir à imiter jusqu'à un certain point les phénomènes qui accompagnent les orages : dès lors le tonnerre, la foudre, les éclairs ont été regardés comme des phénomènes électriques. Mais dans l'état actuel de nos connoissances, cette explication vague ne sauroit satisfaire un physicien; elle est d'ailleurs insuffisante pour rendre raison de ces ondées subites et instantanées qui caractérisent les orages.

Il me paroît probable que le fluide électrique n'est pas l'unique agent que la nature emploie pour donner naissance aux orages; plusieurs causes se combinent dans leur production : tâchons de les analyser et d'apprécier leur influence respective sur la formation de ce redoutable météore.

Pour y réussir, il importe de remarquer, 1°. que la zône torride est le théâtre favori des orages : ils ne se montrent jamais dans les régions qui avoisinent le pôle. Jamais il ne tonne dans le Groenland ni dans la baie d'Hudson. (*Mussembrok*, tome II de son *Essai de Physique*, page 414.) Dans les zônes tempérées, les orages sont plus fréquens et plus violens à mesure qu'on approche des tropiques; et à la latitude de 40 à 50 degrés, l'été est la saison ordinaire des orages.

Ces faits constatés par une longue suite d'exactes observations, conduisent naturellement à conclure que les jours qui amènent les orages sont marqués par un dégagement considérable de gaz oxigène et de gaz hydrogène, auxquels la décomposition de l'eau donne naissance; et puisque les couches atmosphériques que nous habitons ne renferment jamais que du gaz oxigène et du gaz azote mêlés dans une juste proportion, il y a lieu de soupçonner, avec l'illustre *Lavoisier*, que le gaz hydrogène s'envole dans les hautes régions de l'atmosphère, où il va occuper une place marquée par sa pesanteur spécifique. Le gaz oxigène lui sert peut-être d'enveloppe, et la légèreté spécifique des petits ballons formés par ces fluides aériformes, détermine leur élévation dans l'atmosphère, favorisée d'ailleurs par les vents impétueux qui, ordinairement, précèdent ou accompagnent les orages.

2°. Un grand nombre d'expériences faites avec l'électromètre, ne nous permettent pas de douter, que dans les temps orageux le fluide électrique ne se trouve surabondant dans les hautes régions de l'atmosphère, tandis qu'un grand nombre des substances dont se composent le globe terrestre et son enveloppe atmosphérique, recherchent vivement une partie de leur fluide naturel qui a servi probablement à volatiliser certains corps, et à leur donner la légèreté qui détermine leur élévation dans l'atmosphère; d'où il résulte que les temps orageux présagent le rétablissement d'équilibre du fluide électrique, c'est-à-dire, son passage des hautes couches atmosphériques dans les différens corps terrestres qui sollicitent son retour. Dans ce passage qui s'effectue avec une rapidité inconcevable, le fluide électrique doit trouver sur sa route des mélanges de gaz oxigène et de gaz hydrogène; la com-

binaison de ces gaz s'effectue et elle donne naissance à de violentes explosions et à une quantité d'eau proportionnelle à la quantité des fluides aériformes qui ont servi à la produire.

Comment refuser à la réunion du gaz oxigène, du gaz hydrogène et de l'étincelle électrique, le privilège de produire la pluie qui tombe dans un temps où l'éclair brille, où le tonnerre se fait entendre? L'atmosphère ne contient principalement que de l'air et de l'eau dissoute par ce fluide aériforme : d'où il résulte que la pluie d'orage a pour cause, ou l'abandon que fait l'air de l'eau qu'il tient en dissolution, ou la combinaison des bases du gaz oxigène et du gaz hydrogène par l'étincelle électrique.

Lorsque dans un phénomène plusieurs causes isolées peuvent produire un effet, on ne peut découvrir à laquelle de ces causes appartient l'effet qu'en les interrogeant chacune séparément. Il faut, d'après ce principe, examiner s'il est probable que l'eau tenue en dissolution par l'air atmosphérique se réunisse en masses sensibles pour produire la pluie, au moment même que l'orage se forme. Comment expliquer, d'après cette opinion, pourquoi les pluies d'orage sont subites et instantanées; pourquoi la pluie ne tombe que lorsque l'orage est formé; pourquoi la pluie finit précisément avec l'orage; pourquoi enfin, la pluie d'orage est si favorable à la végétation. Ces circonstances réunies, paroissent attester l'influence du fluide électrique sur la formation de cette espèce de pluie, que nous pouvons conséquemment attribuer avec quelque espèce de vraisemblance au concours réciproque du gaz oxigène, du gaz hydrogène et de l'étincelle électrique. La pluie d'orage ne commence que lorsque ces trois élémens de l'eau se trouvent réunis dans l'atmosphère; l'absence d'un de ces élémens semble annoncer le terme de la pluie.

Lorsque par l'entremise du fluide électrique, les bases du gaz oxigène et du gaz hydrogène s'unissent étroitement pour former la pluie d'orage, cette combinaison donne naissance à de violentes explosions qui constituent le tonnerre. On a cru d'abord l'imiter à l'aide de nos machines; on confondoit ce formidable météore avec quelques légères explosions que fait naître la décharge d'une bouteille. Mais aujourd'hui les physiciens ne tentent plus de l'imiter, qu'en faisant passer l'étincelle électrique à travers une série de pistolets de *Volta*, chargés d'un mélange bien proportionné de gaz oxigène et de gaz hydrogène.

La science des météores est et sera encore long-temps dans son enfance. Cette espèce de prédiction est fondée sur ce que la plupart des météores sont produits loin de la sphère de notre activité, par des êtres que nous ne pouvons saisir pour les soumettre à nos épreuves. Nous ne pouvons donc former que des soupçons sur la cause de ces phénomènes; nous ne pouvons offrir que des conjectures sur le mécanisme de leur formation. Elles seront d'autant plus admissibles qu'elles seront fondées sur une imitation plus parfaite des phénomènes. Or, quel est le moyen qui peut nous servir à imiter ce météore qui nous présente en même temps le spectacle des éclairs, du tonnerre et de la pluie. Le seul moyen connu consiste à faire passer l'étincelle électrique à travers une suite de pistolets chargés d'un mélange bien assorti de gaz oxigène et de gaz hydrogène.

Nous pouvons donc soupçonner que la cause des orages se combine de ces trois élémens, l'hydrogène, l'oxigène, l'étincelle électrique; et si ces élémens n'existoient point dans l'atmosphère, nous pourrions leur donner une existence hypothétique et les regarder comme équivalens à ceux que la nature met en jeu pour donner naissance au météore qui nous offre le spectacle simultané de la pluie, du tonnerre et des éclairs.

ORANGÉ. C'est une des sept couleurs primitives dont se compose le fluide lumineux. C'est la seconde en commençant par la plus forte, ou, ce qui est la même chose, par la moins réfrangible; si, donc on excepte le rouge qui est la couleur la plus forte, toutes les autres, savoir: le jaune, le vert, le bleu, l'indigo et le violet, sont plus foibles, plus réfraugibles et en même temps plus réflexibles que l'orangé.

Nous ne voyons les corps sous la couleur d'orangé, que parce que leur surface réfléchit les rayons orangés en plus grande abondance que les autres.

ORBE. C'est une sphère creuse qui servoit autrefois à prouver le mouvement des planètes.

On donne aussi le nom d'orbe aux corps des astres. Ainsi on dit l'orbe du Soleil, l'orbe de Jupiter, etc.

Orbe se dit encore de la courbe que décrit le centre d'une planète par son mouvement propre d'occident en orient; et alors orbe est synonyme d'orbite. (*Voy.* ORBITE.)

ORBICULAIRE. On donne assez souvent cette épithète à toute figure ronde, à tout mouvement circulaire.

ORBITE. C'est la courbe que décrit le centre d'une planète par son mouvement propre d'occident en orient. Jusqu'à *Kepler* les orbites des planètes étoient regardées comme circulaires: c'est à lui que nous devons la connoissance du mouvement de ces astres dans des ellipses dont le soleil occupe un des foyers.

Les plans des orbites des planètes passent tous par le centre du soleil. Mais ils sont différemment inclinés, soit entr'eux, soit à l'écliptique; de sorte que si l'on en excepte celui de l'orbite de la terre qui est dans le plan même de l'écliptique, ceux de toutes les autres planètes font avec le plan de l'écliptique un angle plus ou moins grand qu'on appelle *inclinaison*.

OREILLE. Organe de l'ouïe. La partie essentielle de cet organe est le labyrinthe rempli d'une sorte de gelée entourée d'une membrane élastique, où vient s'épanouir le nerf acoustique. Le labyrinthe est garni de trois canaux semi-circulaires qui aboutissent à une cavité contenant la pulpe gélatineuse, et en outre les osselets de l'ouïe; ils sont suspendus dans la gelée du labyrinthe, et les vibrations sonores peuvent les ébranler assez pour être senties par le nerf acoustique. Ces canaux semi-circulaires ont chacun leur renflement, un sinus commun qu'on appelle le *vestibule*, et un canal spiral partagé dans sa longueur en deux rampes par un os plat et un peu membraneux à son bord extérieur; on le nomme *limaçon*. A l'extérieur il y a une petite caisse et une membrane du *tympan*; cette caisse communique avec l'intérieur de la bouche par un canal appelé *trompe d'Eustache*. Une des rampes du limaçon est fermée par la membrane des fenêtres ronde et ovale. Entre le *tympan* et la fenêtre ovale (celle du vestibule toujours fermée d'une

plaque osseuse), sont disposés des osselets, tels que le marteau, l'enclume, le lenticulaire et l'étrier. Le marteau et l'étrier ont leurs muscles particuliers; il y en a trois au premier et un au second. C'est dans les ouvrages d'anatomie qu'on doit chercher de plus amples détails sur la structure de l'oreille.

ORGANE DES SENS. C'est la partie du corps sur laquelle l'objet de ce sens fait son impression. Ainsi l'organe du toucher est répandu sur toute la surface d'un corps animé. (*Voyez* Toucher). La langue et le palais composent l'organe du goût. (*Voy.* Gout). Le nez est l'organe de l'odorat. (*Voyez* Odorat). L'oreille est l'organe de l'ouïe. (*Voyez* Ouie). Enfin l'œil est l'organe de la vision. (*Voyez* Vision).

ORIENT ou EST. L'un des quatre points cardinaux qui divisent l'horizon en quatre parties égales. C'est le point de l'horizon qui est coupé par l'équateur du côté où les astres se lèvent; ou bien c'est le point où le soleil se lève le jour de l'équinoxe; ce qui arrive deux fois l'année, savoir, au commencement du printemps, environ le 20 mars, lorsque le soleil entre dans le signe du bélier, et au commencement de l'automne, environ le 21 ou 22 septembre, lorsque le soleil entre dans le signe de la Balance. (*Voyez* Équinoxe). L'orient dont nous venons de parler est l'*Orient vrai* ou l'*Orient équinoxial*; mais comme on entend par ce mot le point où le soleil se lève, on distingue deux autres sortes d'orient, l'un qu'on nomme orient d'été, et qui est le point de l'horizon où le soleil se lève quand il entre dans le signe de l'Ecrevisse; ce qui arrive le 21 juin, et l'autre qu'on appelle orient d'hiver, et qui est le point de l'horizon où le soleil se lève lorsqu'il entre dans le signe du Capricorne; ce qui arrive le 21 décembre. Ces deux derniers points sont ceux des solstices. (*Voyez* Solstice).

On distingue aussi l'orient en apparent et en vrai, lorsqu'il s'agit du lever d'une étoile. L'orient apparent est alors le point, ou pour mieux dire, le temps où une étoile, dégagée des rayons solaires qui l'enveloppoient, commence à paroître pendant la nuit. Cet orient est aussi connu sous le nom d'*orient héliaque*. L'orient vrai est la même chose que le lever achronique des étoiles. (*Voyez* Achronique et cosmique.)

ORIENTAL. On donne cette épithète à tout ce qui est tourné ou placé vers l'orient.

ORIENTAL (Hémisphère). *Voy.* Hémisphère oriental.)

ORIGINE DES FONTAINES. (*Voyez* Fontaine.)

ORION. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie australe du ciel, qui est située devant le front du Taureau. C'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*. De toutes celles que présente la voûte céleste, c'est la plus belle, et en même temps la plus brillante. Elle se compose principalement de sept étoiles, dont quatre forment un carré; les trois autres sont situées au milieu, en ligne droite. Des quatre premières, deux sont de la première grandeur, savoir, celle qui est placée à l'épaule orientale de l'Orion, et celle qui est placée à son pied occidental; celle-ci est connue sous le nom de *Rigel*. Les trois du milieu sont de la seconde

grandeur, et forment ce qu'on appelle la *ceinture*, ou le *baudrier* d'Orion : on appelle aussi quelquefois ces trois étoiles les *trois rois*, le *bâton de Jacob*, le *rateau*.

OSCILLATION ou VIBRATION DU PENDULE. C'est le mouvement d'un corps pesant, suspendu à l'extrémité d'un fil ou d'une verge, dont l'autre extrémité est attachée à un point fixe, autour duquel ce corps décrit un arc. (*Voyez* l'article PENDULE.)

OSCILLATION (Centre de). *Voy.* CENTRE D'OSCILLATION.

OUEST. L'un des quatre points cardinaux qui divisent l'horizon en quatre parties égales : c'est la même chose que l'occident. (*Voyez* OCCIDENT.)

OUEST. Nom d'une des quatre principales plages. (*Voy.* PLAGE.) C'est le point de l'horizon qui est coupé par l'équateur du côté où les astres se couchent. C'est aussi le nom du vent qui souffle de ce côté-là.

OUEST-NORD-OUEST. C'est le nom de la plage qui est située au milieu de l'espace qui sépare l'*ouest* du *nord-ouest*. Cette plage décline de 22 degrés 30 minutes de l'ouest au nord. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

OUEST-QUART-NORD-OUEST. C'est le nom de la plage située au milieu de l'espace qui sépare l'*ouest* de l'*ouest-nord-ouest*. Cette plage décline de 11 degrés 15 minutes de l'ouest au nord. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

OUEST-QUART-SUD-OUEST. C'est le nom de la plage située au milieu de l'espace qui sépare l'*ouest* de l'*ouest-sud-ouest*. Cette plage décline de 11 degrés 15 minutes de l'ouest au sud. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

OUEST-SUD-OUEST. C'est le nom de la plage située au milieu de l'espace qui sépare l'*ouest* du *sud-ouest*. Cette plage décline de 22 degrés 30 minutes de l'ouest au sud. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

OUIE. C'est le sens par lequel nous éprouvons la sensation du son. Ce sens a l'oreille pour organe. (*Voy.* OREILLE et SON.)

L'organe de l'ouïe est double, et cependant nous n'entendons pas deux fois un ton simple et unique. Cela vient sans doute de ce que les deux impressions que fait ce même ton, sont reçues sur des fibres homologues des deux nerfs auditifs, ce qui fait que ces deux impressions se confondent et ne font naître qu'une seule sensation. C'est pour la même raison qu'un objet simple ne nous paroît pas double, quoique son image soit peinte en même temps dans chacun de nos yeux. (*Voyez* NOMBRE APPARENT DES OBJETS.)

OURAGAN. On a donné ce nom à l'air animé d'un mouvement très-rapide suivant toutes sortes de directions, mais le plus souvent circulaire. (*Voyez* l'article AIR et VENT.)

Tout le monde connoît les affreux ravages auxquels ce vent impétueux donne naissance. Il déracine les arbres ; il enlève les toits des édifices ; il agit avec violence sur les hommes qu'il rencontre sur sa route, et ne leur laisse souvent d'autre moyen d'éviter un fâcheux enlèvement, que celui de couvrir de leur corps la surface de la terre. Ces effets n'ont rien qui doive

exciter de la surprise; car si quelque obstacle, un arbre, par exemple, se trouve dans l'enceinte du tourbillon atmosphérique, il doit bientôt en devenir le centre, et être arraché d'autant plus facilement, que ses branches et son feuillage donnent plus de prise au vent qui s'agite autour de lui avec une vitesse inconcévable.

On distingue plusieurs sortes d'*ouragans*; le *prester*, l'*ecnephis*, l'*exhydria* et le *typho*.

Le *prester* est un vent impétueux qui lance des éclairs. Des observations exactes, quoique très-peu fréquentes, ne laissent aucun doute sur son existence.

L'*ecnephis* est un vent violent qui paroît s'élancer d'un nuage, et qui accompagne presque toujours le *prester*. Ce vent se fait fréquemment sentir dans la mer d'Ethiopie, principalement vers le Cap de Bonne-Espérance : les marins le connoissent sous le nom de *travados*.

L'*exhydria* est un vent qui sort avec violence d'un nuage, et qui est accompagné d'une pluie abondante.

Le *typho* est un vent impétueux qui tonne avec rapidité suivant toutes sortes de directions; il souffle fréquemment du haut en bas Les Turcs le connoissent sous le nom d'*oliphant;* les Indiens, sous celui d'*orancan*. Les mers orientales, et particulièrement celles qui sont situées au voisinage de Siam et de la Chine, sont fréquemment le théâtre de cette espèce d'*ouragan*; ce qui augmente, dans ces endroits, les dangers de la navigation.

Quelques détails intéressans, tirés du premier volume de l'*Histoire Naturelle générale et particulière*, nous paroissent mériter de trouver ici leur place.

« Les premiers navigateurs qui ont approché du cap de Bonne-Esperance, ignoroient les effets de ces nuages funestes qui semblent se former tranquillement, et qui, tout d'un coup lancent la tempête. Près de la côte de Guinée, il se fait quelquefois trois ou quatre de ces orages en un jour; ils sont causés et annoncés par de petits nuages noirs; le reste du ciel est ordinairement fort serein, et la mer tranquille; c'est principalement aux mois d'avril, de mai, et de juin, qu'on éprouve ces tempêtes sur la mer de Guinée.

» Il y a d'autres espèces de tempêtes, qu'on appelle proprement des *ouragans*, qui sont encore plus violentes que celles-ci, et dans lesquelles les vents semblent venir de tous côtés.

» Lorsque les vents contraires arrivent à la fois dans le même endroit, comme à un centre, ils produisent les tourbillons; mais lorsque les vents trouvent en opposition d'autres vents qui contre-balancent de loin leur action, alors ils tournent autour d'un grand espace, dans lequel il règne un calme perpétuel. Ces endroits de la mer sont marqués sur le globe de *Senex*, aussi bien que les directions des différens vents qui règnent ordinairement sur toutes les mers. »

OURSE. Les astronomes connoissent sous ce nom deux constellations boréales, dont l'une est appelée la *grande Ourse*, et l'autre la *petite Ourse*.

La *grande Ourse* est située au voisinage du pôle nord, et demeure constamment au-dessus de notre horizon, c'est-à-dire, qu'elle ne se couche jamais à notre égard.

La *grande Ourse* est aussi connue sous le nom de *grand charriot*. C'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*. L'étoile située du côté de la queue de la grande Ourse, est de la seconde grandeur, et se nomme *queue de la grande Ourse*.

La *petite Ourse* est la constellation boréale la plus voisine du pôle nord, et qui, dans nos contrées septentrionales, demeure constamment sur notre horizon.

On appelle *queue de la petite Ourse*, la dernière étoile de seconde grandeur qui se trouve tout près du pôle, et qu'on connoît généralement sous le nom d'*étoile polaire*.

La *petite Ourse* est aussi appelée le *petit charriot*. C'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*.

OUVERTURE. Terme d'optique. C'est la quantité plus ou moins grande de surface que les verres des lunettes et des télescopes présentent aux rayons lumineux. Plus l'objectif d'une lunette a d'ouverture, plus l'instrument a de clarté; et plus l'oculaire a d'ouverture, plus l'instrument a de champ, c'est-à-dire, qu'il fait voir un plus grand espace à la fois. (*Voyez* Lunette et Télescope.)

OXIDATION. C'est la combinaison d'un corps avec une quantité plus ou moins grande d'oxigène, de manière cependant que ce corps ne passe pas à l'état d'acide. (*Voy.* Oxide et Oxigène.)

OXIDES. On nomme *oxides*, les corps oxigénés qui ne sont point acides. (*Voyez* Acides.)

On distingue deux sortes d'oxides. Les uns restent toujours tels, et ne passent jamais à l'état d'acides, quelque grande que soit la quantité d'oxigène qu'on leur ajoute. Les autres ne sont oxides que parce qu'ils ne contiennent point une quantité d'oxigène suffisante pour leur donner l'acidité, de manière qu'on les acidifie par une nouvelle addition d'oxigène.

Parmi les oxides qui ne sont pas acidifiables, on doit ranger l'oxide d'hydrogène, ou l'eau, et un assez grand nombre d'oxides métalliques. Dans la classe de ceux qui peuvent être acidifiés par une addition d'oxigène, on compte plusieurs des corps combustibles non métalliques, et qui pouvant passer en effet à l'état d'acides, par une suffisante proportion d'oxigène, ne restent oxides que jusqu'à ce qu'ils aient absorbé l'oxigène qu'exige leur acidité. Tels sont le phosphore, le soufre, l'azote, et peut-être même le carbone.

Les oxides, soit acidifiables, soit non acidifiables, peuvent encore être distingués, non seulement par la proportion diverse d'oxigène que les radicaux oxidables sont susceptibles d'absorber; mais encore par la quantité variable d'oxigène que chaque radical peut contenir. Cette distinction est surtout nécessaire par rapport aux oxides de chaque substance métallique, qui diffèrent beaucoup les uns des autres, en raison du plus ou moins d'oxigène qu'ils contiennent. Un grand nombre de phénomènes, autrefois inexplicables, se conçoivent aisément à la faveur de cette distinction, qui repose d'ailleurs sur des faits non équivoques.

On peut aussi distinguer les oxides par la force d'attraction qui unit les divers radicaux à l'oxigène. Il est des oxides qu'on décompose avec une grande facilité; il suffit de les mettre en contact avec le fluide lumineux,

pour en séparer l'oxigène. D'autres, un peu plus difficiles à désoxider, exigent le concours du calorique et du fluide lumineux. Quelques-uns tiennent si fortement à l'oxigène, qu'on ne peut le leur enlever qu'à l'aide de plusieurs attractions réunies.

L'hydrogène et le carbone sont les deux corps combustibles qui ont le plus d'attraction pour l'oxigène : de là vient qu'on les emploie presque toujours avec succès, à l'aide d'une plus ou moins haute température, pour opérer la décomposition des oxides.

OXIDE D'HYDROGÈNE ou EAU. (*Voyez* l'article EAU.)

OXIDES MÉTALLIQUES. Ce sont des substances métalliques oxigénées sans être acides.

Les oxides métalliques sont donc le résultat de la combustion des métaux, c'est-à-dire, de leur combinaison avec l'oxigène; et alors ils se présentent le plus souvent sous la forme de poussière plus ou moins fine, pesante, dure, teinte de couleurs diverses, brillantes et durables, telles qu'on les voit dans les verres colorés, dans les émaux, et sur les porcelaines. Quelques-uns ont peu de saveur; plusieurs jouissent d'une grande causticité, qui leur a mérité une place parmi les poisons les plus subtils, et qui prend naissance dans l'extrême facilité avec laquelle les matières animales les dépouillent de leur oxigène.

Les oxides métalliques sont rarement purs dans la nature; et comme ils sont d'un fréquent usage dans les arts, on les prépare avec soin dans les laboratoires; et les moyens qu'on emploie pour effectuer cette préparation, sont relatifs à l'attraction que chaque métal a pour l'oxigène. Dans l'oxidation qui s'opère par le feu, c'est l'air qui est décomposé. Dans celle qui se fait lentement, c'est l'eau répandue dans l'atmosphère qui éprouve la décomposition. Si l'oxidation se fait par les acides, c'est l'eau ou l'acide qui fournit l'oxigène au métal.

Non seulement différens métaux exigent, pour s'oxider, différentes doses d'oxigène; mais le même métal prend, suivant la manière dont on le traite, différens états d'oxidation : (*Voyez* MÉTAUX.) On doit donc reconnoître dans un métal qui a atteint sa limite d'oxidation, différentes portions d'oxigène, comme ajoutées les unes aux autres; et comme les attractions diminuent à mesure qu'elles avancent vers leur terme de saturation, il est visible que la première quantité d'oxigène, combinée avec un métal, y adhère plus que la seconde; celle-ci plus que la troisième, et ainsi de suite. Cette considération est importante dans l'explication d'un grand nombre de phénomènes.

Le fluide lumineux tend à enlever aux différens oxides métalliques une portion plus ou moins grande de leur oxigène : de là les changemens de nuance qu'éprouvent les couleurs métalliques exposées à l'influence des rayons solaires dans des vaisseaux transparens, et la nécessité de les renfermer dans des vases opaques pour les garantir de ces sortes d'altérations. Les oxides vitrifiés ou combinés avec des verres, sont moins altérables par le contact du fluide lumineux.

Les oxides métalliques qui tiennent peu à l'oxigène, se décomposent à l'aide du calorique. Il en est d'autres qui ne lui en cèdent qu'une partie à laquelle il donne la fluidité aériforme. Son action aidée de celle du fluide lu-

mineux produit une décomposition plus complète et plus rapide.

L'hydrogène décompose tous les oxides dont les radicaux métalliques ne décomposent point l'eau; quelquefois même il enlève les dernières portions d'oxigène aux oxides dont les radicaux opèrent la décomposition de ce liquide.

Le carbone décompose tous les oxides métalliques à la température rouge; il est rare qu'il les altère à froid. Il sert à réduire les oxides et à ramener les métaux à leur état de pureté; et alors il se forme de l'acide carbonique par la combinaison du carbone avec l'oxigène.

Le phosphore décompose à froid quelques oxides métalliques. A chaud il en décompose un plus grand nombre. Il se forme de l'acide phosphorique, et les oxides sont ramenés à l'état métallique. L'action du gaz hydrogène phosphoré sur les oxides, est plus rapide que celle du phosphore.

On peut désoxider quelques métaux à l'aide du soufre. Il s'unit entièrement à d'autres et forme des oxides sulfurés. Le gaz hydrogène sulfuré agit promptement et même à froid sur beaucoup d'oxides, par la double attraction de l'hydrogène pour une partie de l'oxigène, et du métal moins oxidé pour le soufre.

L'eau sépare les molécules intégrantes de la plupart des oxides. Elle en dissout quelques-uns qui, par là, se rapprochent des acides.

Les oxides exercent les uns sur les autres une action à l'aide du calorique; alors il se fait souvent un nouveau partage d'oxigène, qui donne naissance à un changement de couleur, de pesanteur, de dureté, etc.

OXIDE D'AZOTE. (*Voyez* Gaz nitreux.)

OXIDE DE PHOSPHORE. C'est du phosphore combiné avec une portion d'oxigène insuffisante pour lui donner l'acidité.

Lorsque le phosphore brûle lentement, il se forme une poussière blanche, fragile et détachée du phosphore solide placé au-dessous d'elle; c'est l'oxide blanc de phosphore. Si la combustion du phosphore est rapide, une portion reste en poudre ou écailles rouges; c'est l'oxide de phosphore, qui passeroit à l'état d'acide par la plus petite addition d'oxigène.

OXIDE DE SOUFRE. C'est du soufre uni à une quantité d'oxigène insuffisante pour lui donner l'acidité.

Si l'on a chauffé ou fondu quelque temps du soufre avec le contact de l'air, il devient rouge ou brun, et alors il se trouve dans l'état d'oxide; une addition d'oxigène détermineroit son passage à l'état d'acide.

OXIGÉNATION. Ce mot désigne la combinaison d'un corps avec l'oxigène, soit que ce corps soit à l'état d'oxide, soit qu'il se trouve à celui d'acide. (*Voy.* Oxides et Acides.)

OXIGÈNE. Substance qui en se combinant avec un corps combustible quelconque le fait passer à l'état d'acide, ou du moins à celui d'oxide.

L'oxigène est très-abondant dans la nature; mais elle ne nous l'a pas encore présenté dans toute sa pureté, c'est-à-dire, seul et isolé. De plus, les efforts des chimistes ont été jusqu'ici inutiles pour l'obtenir dans cet état. Du moment qu'on l'arrache à une combinaison, il en contracte une nouvelle, tantôt avec le calorique qui lui donne la fluidité aériforme, tantôt avec d'autres substances qui se trouvent dans son voisinage.

Pour étudier les propriétés de l'oxigène il faut le ramener à la plus grande simplicité dont il est susceptible, et alors il se trouve à l'état de gaz, c'est-à-dire, combiné exclusivement avec le calorique, qui n'altère sensiblement ni sa pesanteur ni la plupart des propriétés qui le distinguent. (*Voyez* Gaz oxigène.)

P

PALLAS. Nouvelle planète supérieure dont on doit la découverte à *Olbers*, et qui est située entre Cérès et Junon.

Pallas se meut, comme toutes les planètes, d'occident en orient dans un orbe elliptique dont le soleil occupe un des foyers.

Sa révolution sydérale s'effectue dans l'intervalle de 4 ans 7 mois 11 jours.

Pallas est éloignée du soleil, dans sa distance moyenne, de 2,77.

Le rapport de l'excentricité à la distance moyenne est 0,2463.

L'inclinaison de son orbite est 34 degrés 39 minutes.

Son diamètre apparent est, suivant *Lalande*, de 3 secondes, et son diamètre réel de 760 lieues. *Herschell* les diminue beaucoup.

L'extrême petitesse de Pallas, jointe à la grande inclinaison de son orbite, a porté *Herschell* à la regarder, ainsi que Cérès et Junon, comme d'une espèce intermédiaire entre les planètes et les comètes; et comme ces trois nouveaux astres ont quelques traits de ressemblance avec les petites étoiles dont on a peine à les distinguer, même avec de bons télescopes, il leur a donné le nom d'*astéroïdes*. (*Voyez* Cérès.)

PANÉMORE. C'est une machine nouvelle qui se meut à tout vent, et qui a tiré son nom des trois termes grecs, *pan*, *anemos*, *oro* : *omni vento afflari*.

Elle se compose principalement d'une espèce de globe, monté sur un mât, sur lequel il est toujours prêt à tourner.

Les points de pression convergeant toujours à la même direction, d'après le calcul des courbes que la machine présente dans tous ses points, la rotation se trouve toujours dans le même sens; et la fureur des vents, loin de nuire à l'action, ne fait qu'ajouter à sa puissance.

Ce moteur a aussi l'avantage que, si le vent double de vitesse, ses moyens doivent s'accroître en raison cubique, et qu'en doublant sa surface, sa puissance doit devenir huit fois plus grande.

Le nombre des usages auquel on pourra l'appliquer est très-considérable.

L'auteur, pour parler aux yeux et donner au public la preuve décisive de l'expérience, en a fait une première application à l'ascension de l'eau. Il élève déjà, par ce moyen, l'eau d'un puits de 20 mètres (60 pieds), rue Notre-Dame-des-Champs, dans la cour de la manufacture des toiles imperméables, où il laisse voir cette expérience.

L'auteur l'a appliqué aussi à un concussoire de grains pour la nourriture des animaux : il se propose de l'employer à la mouture des grains et à la fabrication des huiles. Il compte en proposer l'usage pour les phares, dont l'effet seroit beaucoup augmenté par la rotation des lumières : il le regarde

comme un secours puissant pour la navigation des fleuves; il pense que ce moteur remplacera très-économiquement les animaux ou les bras de l'homme, dans toutes les machines qui n'ont pas besoin de périodicité.

Sa forme très-gracieuse en fera aisément un ornement dans les maisons de plaisance, où il sera un moyen facile de puiser l'eau sans surveillance.

La plus belle, sans doute, de ses applications, sera d'être l'anémomètre parfait, cherché vainement jusqu'à nos jours. L'auteur le considère comme la solution complète de ce problème, sur lequel on n'a eu que des choses ingénieuses, mais non pas parfaites. Par lui, la force des vents sera clairement mesurable; et à la faveur d'un stilet, qui trace son passage sur un cadran gradué qui fait sa révolution dans 24 heures, les vents imprimeront eux-mêmes, à tous les instans, leur intensité.

L'invention de cette machine est due à M. *Desquinemare*, déjà connu par l'enduit qui rend les toiles imperméables. (*Journal de Physique*, prairial an 13, pag. 472.)

PAON. C'est le nom que les astronomes ont donné à une des constellations de la partie australe du ciel, qui est située au voisinage du pôle-sud, entre l'Autel et l'Indien, au dessus de l'Octant. C'est une des douze constellations décrites par *Jean Bayer*, et ajoutées aux quinze constellations méridionales de *Ptolémée*. Lacaille en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. 20.

Cette constellation ne se montre jamais sur notre horizon. Sa déclinaison australe est trop grande pour pouvoir jamais nous être visible.

PAPIN (Marmite de). *Voyez* MARMITE DE PAPIN.

PARALLACTIQUE (Angle). On appelle angle parallactique, celui que font deux droites menées du centre d'un astre; l'une au centre de la terre, l'autre au point de sa surface où se trouve l'observateur. (*Voyez* PARALLAXE.)

PARALLAXE. C'est la différence qui existe entre le point de la voûte céleste, où l'on rapporte un astre vu de la surface de la terre, et le point où on le rapporteroit s'il étoit vu du centre de la terre.

Lorsque les astres sont à une grande distance, leur hauteur n'est pas sensiblement différente, soit que l'observateur soit situé sur la surface, soit qu'il fût placé au centre de la terre; mais la différence des hauteurs devient sensible lorsque les astres ne sont pas très-éloignés, et c'est cette différence qui est connue sous le nom de *parallaxe*. Pour rendre cette vérité plus sensible, soit T le centre de la terre (*fig.* 113, *pl.* 15), O le point de sa surface où se trouve l'observateur, A le lieu de l'astre, Z le zénith, ZOT la droite verticale, OH la droite horizontale, ALP l'orbitre de l'astre, HBDZ une portion de la voûte céleste. L'astre situé en A, et vu du centre T de la terre, seroit rapporté au point B de la voûte céleste, tandis qu'il est rapporté au point H, vu du point O où est placé l'observateur. Cette différence de hauteur est mesurée par l'angle BAH ou par son égal OAT, formé au centre de l'astre, par deux droites menées; l'une du centre de la terre; l'autre, du point de sa surface où est l'observateur. La parallaxe d'un astre est donc l'angle sous

lequel on verroit, du centre de l'astre, le demi-diamètre de la terre.

La *parallaxe* d'un astre situé à l'horizon se nomme *parallaxe horizontale;* elle est alors à son *maximum ;* elle diminue ensuite à mesure que l'astre s'élève sur l'horizon, et devient nulle au zénith : car si l'astre que nous avons d'abord supposé au point de l'horizon A, s'élève jusqu'au point L de son orbite, l'angle parallactique devient OLT plus petit que l'angle OAT. Cet angle devient nul lorsque l'astre est parvenu au zénith Z; alors son lieu apparent est le même, soit que l'observateur soit au centre T de la terre, soit qu'il se trouve au point O de sa surface.

La parallaxe horizontale d'un astre étant connue, il est aisé de connoître sa distance au centre de la terre. Car par la supposition, l'angle TAO est connu; de plus, l'angle AOT est droit, puisque OH est une droite horizontale. On connoît d'ailleurs le demi-diamètre de la terre TO, qui est d'environ sept millions de mètres (environ vingt-un millions de pieds) : donc il est facile de résoudre le triangle TAO, et de connoître la valeur du côté TA qui exprime la distance de l'astre au centre de la terre : d'où il résulte que pour connoître la distance d'un astre au centre de la terre, il suffit de connoître sa parallaxe horizontale.

La parallaxe du soleil a intéressé, dans tous les temps, les astronomes. Un des premiers moyens qu'ils ont employés pour la déterminer, est celui qui sert à mesurer la distance des objets terrestres. Des deux extrémités d'une base connue, on observe les angles que forment avec elle les rayons visuels de l'objet, et en soustrayant leur somme de deux angles droits, on a l'angle formé par ces rayons au point de leur concours. En transportant cette méthode au soleil, il faut choisir la base la plus étendue que l'on puisse avoir sur la terre. Imaginons deux observateurs situés sous le même méridien, et observant au même instant, la hauteur méridienne du centre du soleil, et sa distance au même pôle. La différence des deux distances observées sera l'angle parallactique du soleil; cet angle est trop petit pour pouvoir être déterminé avec précision par cette méthode : elle peut seulement faire juger que le soleil est éloigné de la terre de douze mille rayons terrestres. Des méthodes plus précises, fournies par les découvertes astronomiques, ne nous permettent pas de douter que la parallaxe du soleil ne soit à fort peu près de 27", 2 (division décimale du cercle), dans la moyenne distance du soleil à la terre; d'où il suit que cette distance est de 23405 rayons terrestres.

PARALLÈLES. Les astronomes ont donné ce nom à des cercles plus petits que l'équateur auquel ils sont parallèles, et que l'on trace sur les globes célestes et terrestres. Sur les premiers, ils marquent la déclinaison des astres; sur les derniers, ils déterminent la latitude des différens lieux de la terre.

PARALLÈLES DE DÉCLINAISON. C'est le nom qu'on donne à des cercles parallèles à l'équateur, et que l'on imagine passer par chaque degré, par chaque minute et par chaque seconde des méridiens, compris entre l'équateur et chaque pôle du monde. Ce sont ces parallèles qui marquent la déclinaison des astres. (*Voyez* Déclinaison.) De sorte que tous les as-

tres qui sont sous le même parallèle, ont la même déclinaison.

PARALLÈLES DE HAUTEUR. On a donné ce nom à des cercles parallèles à l'horizon, qu'on imagine passer par chaque degré, par chaque minute et par chaque seconde du méridien, compris entre l'horizon et le zénith. Ces parallèles ont conséquemment leur pôle au zénith ; ce sont eux qui déterminent la hauteur des astres : de sorte que tous les astres qui sont sous le même parallèle de hauteur ont la même hauteur. On les connoit aussi sous le nom de *Almicantaraths*. (*Voyez* ALMICANTARATHS.)

PARALLÈLES DE LATITUDE. Ce sont des cercles parallèles à l'équateur ou à l'écliptique, suivant qu'il s'agit de latitude terrestre ou de latitude céleste. Dans le premier cas, la latitude est la distance d'un lieu à l'équateur, et le parallèle de latitude est le cercle qui, passant par ce lieu, est parallèle à l'équateur. Dans le second cas, la latitude est la distance d'un astre à l'écliptique, et le cercle qui, passant par le centre de l'astre est parallèle à l'ecliptique, est le cercle de latitude. Ainsi, tous les astres qui sont sous le même parallèle à l'écliptique, ont la même latitude : il en est de même de tous les lieux terrestres situés sur le même cercle parallèle à l'équateur.

PARASÉLÈNE. Météore qui offre le spectacle d'une ou de plusieurs images de la lune.

Ce météore se présente sous la forme d'un anneau lumineux, qui laisse apercevoir quelquefois une image apparente de la lune, et quelquefois deux.

Il paroît que l'origine de ce météore est très-ancienne. Pline fait mention de trois lunes qu'on avoit aperçues l'an 632 de la fondation de Rome. *Eutrope* et *Euspinien* assurent que l'on avait vu trois lunes à Rimini, l'an 234, avant Jésus-Christ. Depuis cette époque, plusieurs phénomènes semblables, dont *Gorcius* parle dans son *Traité des Parhélies*, se sont montrés dans l'atmosphère. *Cassini* parle d'un parasélène qu'il a observé en France en 1693 : ce parasélène n'avoit point de cercle. *Fouchy* en a observé un autre dans la nuit du 7 au 8 mai 1735, qui étoit accompagné de deux cercles lumineux.

La cause qui donne naissance aux parasélènes est la même que celle qui produit les parhélies. (*Voyez* PARHÉLIE.)

PARÉLIE ou PARHÉLIE. C'est un météore qui présente, sous une clarté brillante, une ou plusieurs images du soleil, et qui se montre toujours en même temps que cet astre.

Lahire observa, à Paris, deux parhélies en 1689. Il n'en aperçut qu'une en 1693 ; et *Maraldi* en observa plusieurs en 1721. (*Voyez* les *Mémoires de l'académie des Sciences*, années 1692, 1693 et 1721.) *Gray* et *Halley* ont vu en Angleterre plusieurs parhélies, dont les transactions philosophiques renferment la description. *Schcinerus* observa, à Rome, plusieurs parhélies accompagnées de circonstances assez piquantes pour exercer la sagacité de *Descartes* et de *Huyghens*. *Hévélius* remarqua à Dantzic, en 1661, le soleil accompagné de six images solaires qui le ravirent d'admiration et de surprise. *Patrin* a observé, en Sibérie, plusieurs parhélies, dont une lui a présenté l'aspect de l'astre du jour, accompagné

de deux images ; et chacune de ces images étoit terminée par un cône lumineux, dont la base aboutissoit au soleil.

Les parhélies paroissent toujours aussi grandes que le soleil dont elles sont l'image ; mais leur figure n'est pas aussi exactement sphérique : l'éclat des parhélies n'est jamais aussi éblouissant que celui du soleil. Leur contour extérieur présente les mêmes couleurs que l'arc-en-ciel. Plusieurs parhélies paroissent se terminer par une longue queue, dont l'éclat est moins vif que celui de la parhélie même.

Les parhélies sont souvent accompagnées de cercles, dont les uns sont blancs, tandis que les autres se montrent sous les couleurs de l'arc-en-ciel. Ces cercles diffèrent souvent par le nombre. Certains ont le soleil dans leur centre ; ils sont colorés, et leur diamètre varie depuis 45 degrés jusqu'à 90 degrés. Le plan de ces cercles est perpendiculaire à une ligne droite que l'on supposeroit menée de l'œil du spectateur au centre du soleil : d'où il résulte que leur position diffère suivant la différente élévation du soleil au-dessus de l'horizon. Plus les couleurs de ces cercles sont vives, plus la clarté solaire paroît foible. On y remarque encore d'autres cercles parallèles à l'horizon ; l'un d'entre eux, qui est ordinairement blanc, et qui a, suivant *Hevelius*, un diamètre de 130 degrés, renferme toutes les images du soleil. Son centre est le zénith du spectateur.

L'ordre des couleurs dans les cercles colorés est le même que dans l'arc-en-ciel ; mais la couleur rouge est dans la partie intérieure qui regarde le soleil.

Hevelius, *Huyghens*, *Cassini*, *Mussembrok*, *etc.* ont constamment observé qu'à l'époque de l'apparition des parhélies le temps n'est jamais serein ; de petits nuages flottant de loin en loin dans l'atmosphère altèrent ordinairement sa transparence.

Les parhélies se montrent le plus souvent pendant l'hiver, lorsque le vent du nord souffle.

La durée de l'apparition des parhélies est d'une, deux, trois et même quatre heures.

Lorsque les parhélies disparoissent, il tombe ordinairement de la pluie, ou même de la neige sous la forme d'aiguilles.

Mussembrok a réuni toutes ces circonstances, et il paroît qu'elles concourent à prouver que les parhélies sont formées par la réflexion des rayons du soleil sur un nuage qui lui est opposé d'une certaine manière.

PARTICULE. C'est ainsi qu'on nomme les plus petites parties dont les corps naturels se composent.

Les particules sont donc comme les élémens des corps ; c'est leur différent arrangement et leur forme, avec la différence de cohésion, qui constitue les différentes sortes de corps, durs, mous, liquides, pesans, légers, etc. (*Voyez* MOLÉCULES ÉLÉMENTAIRES et COHÉSION.)

PARTICULES INTÉGRANTES. C'est la même chose que molécules intégrantes. (*Voyez* MOLÉCULES INTÉGRANTES.)

PARTICULES CONSTITUANTES. C'est la même chose que molécules constituantes. (*Voyez* MOLÉCULES CONSTITUANTES.)

PASSAGE. Les astronomes ont

donné ce nom à l'arrivée du centre d'un astre à un point donné du ciel, comme, par exemple, au méridien; ainsi l'arrivée du centre du soleil ou d'une planète, ou d'une étoile au méridien, est ce qu'on nomme son passage au méridien. L'instant du passage du soleil au méridien d'un lieu est celui qui marque le midi vrai pour ce lieu.

On appelle aussi passage la situation d'un astre vis-à-vis d'un autre par rapport à la terre, de manière que l'un de ces astres nous paroisse passer devant l'autre, comme, par exemple, lorsque Vénus ou Mercure se trouvant situé entre la terre et le soleil nous paroît passer sur le disque de cet astre. Ces passages n'arrivent que lorsque Vénus et Mercure, dans leur conjonction inférieure, n'ont pas une latitude plus grande que le demi-diamètre du soleil, c'est-à-dire, lorsque la conjonction est fort près du nœud, tout au plus à une distance de 1 degré 45 minutes pour Vénus.

Ces passages sont d'une grande importance, parce qu'ils fournissent un moyen de déterminer avec précision le lieu du nœud de Mercure et de Vénus. Les passages de Vénus sur le soleil ont surtout l'avantage de conduire à la connoissance exacte de la parallaxe du soleil, (*Voyez* PARALLAXE,) d'où dépendent les distances de toutes les planètes entre elles, et par rapport au soleil et à la terre.

PASSEVIN. Instrument qui sert à faire traverser un liquide par un autre plus léger situé sous le premier en les faisant mutuellement changer de place. On fait ordinairement l'expérience avec de l'eau et du vin: d'où vient le nom de *passe-vin* qu'on a donné à l'instrument. Il est composé d'une espèce de petite burette de verre percée à son fond, et jointe par un tuyau creux à un petit matras. On remplit d'abord de vin le petit matras jusqu'au haut de son cou; on remplit ensuite d'eau la petite burette. L'eau ayant plus de pesanteur spécifique que le vin tend à occuper le lieu le plus bas; elle s'empare donc de la moitié du canal pour se porter dans le matras, tandis que l'autre moitié du canal laisse passer une petite colonne de vin qui traverse l'eau dans la burette, de manière qu'en peu de temps toute l'eau est passée dans le matras, et tout le vin dans la burette. Ces deux liquides ne se mêlent pas ensemble, quoique la différence de leurs pesanteurs spécifiques soit très-petite, parce que l'instrument est construit de manière que les liquides se divisent peu, qu'ils éprouvent très-peu de frottement, et que l'effet ne se produit que successivement et avec beaucoup de lenteur. Il n'en seroit pas de même si les deux vases communiquoient par une plus grande ouverture. L'eau et le vin se mêleroient brusquement; et étant très-divisés, ils ne pourroient plus se séparer, à cause des frottemens considérablement augmentés par l'augmentation des surfaces que fait naître la division.

PÉDOMÈTRE. (*Voyez* ODOMÈTRE.)

PÉGASE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie boréale du ciel située entre le petit Cheval et la constellation des Poissons. Pégase est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*.

PEINTRE. (Chevalet du) (*Voy.* Chevalet du Peintre.)

PENDULE. Un poids suspendu par un fil sans pesanteur, et mobile avec le fil autour d'un point fixe, se nomme *pendule simple*.

On l'appelle composé lorsque plusieurs poids sont attachés à un fil sans pesanteur. Tous les pendules qui servent à nos usages sont des pendules composés, puisqu'on emploie pour les construire des verges métalliques qui pèsent par plusieurs points.

Le point fixe est appelé centre de mouvement ou centre de suspension.

Un mouvement alternatif d'aller et de retour autour du centre de suspension se nomme *vibration* ou *oscillation* du pendule. Les vibrations sont dites *isochrones*, lorsqu'elles se font dans le même temps.

On appelle centre d'oscillation dans le pendule composé le point dans lequel, si les poids étoient réunis, les vibrations seroient de même durée que celles du pendule composé.

Dans tout ce que nous avons à dire du pendule, nous supposons que le mouvement autour du centre de suspension est très-libre, et que l'air n'oppose aucune résistance.

Soit le pendule CP (*fig.* 114, *pl.* 15) placé dans une situation verticale : il doit rester en repos, parce que l'immobilité du point de suspension oppose à l'effort de la pesanteur une résistance invincible. Mais si, par une impulsion quelconque, le pendule est porté en N, et abandonné ensuite à lui-même, il est aisé de calculer les effets qui suivent cet abandon. Que la force attractive qui pousse à chaque instant le corps par des impulsions égales vers le centre de la terre soit exprimée par NG. Cette force étant oblique à la direction du pendule, se décompose en deux, FN et NH. Cette dernière est entièrement détruite par la résistance du point de suspension : le pendule doit donc se mouvoir vers le point P en vertu de la force NF; et comme la force attractive est constante, le pendule reçoit à chaque instant, pendant le temps de la descente, un accroissement de vitesse, mais moindre que le précédent; car l'angle GNH formé par la direction du pendule et par la direction de la force absolue, diminue à mesure que le pendule approche du point P : donc GH ou FN diminue aussi : d'où il résulte que les accroissemens de vitesse que reçoit le pendule en descendant sont d'autant plus petits, qu'il approche de plus près du point P, et conséquemment que le pendule se meut du point N au point P d'un mouvement inégalement accéléré. Lorsque le pendule est parvenu au point P, FN devient 0; cependant le pendule doit se mouvoir en vertu de la vitesse acquise que son inertie lui conserve : d'ailleurs cette vitesse est suffisante pour le faire monter à la hauteur d'où il est descendu : le pendule doit donc décrire, d'un mouvement inégalement retardé, un arc semblable à celui qu'il a parcouru en descendant.

Si un pendule CP (*fig.* 115, *pl.* 15) suspendu en C, descend par la corde PB, et remonte par la corde BG, la descente se fera dans le temps pendant lequel le corps, en tombant verticalement, peut parcourir le diamètre AB, c'est-à-dire, une longueur double de la longueur du pendule. Dans un temps égal il montera par la corde BG : donc dans le temps d'une vibration entière, qui est le double du temps de la descente, le corps en tom-

bant verticalement peut parcourir quatre diamètres, c'est-à-dire, une longueur octuple de celle du pendule.

Si deux pendules de diverse longueur décrivent des arcs de cercle égaux, les temps de leurs vibrations sont comme les racines carrées des longueurs. Car les temps dans lesquels un corps parcourt deux figures semblables et également inclinées, sont comme les racines carrées des dimensions homologues de ces figures. (*Voy.* PLAN INCLINÉ.) Donc les temps employés par deux pendules à décrire des arcs de cercle égaux, sont comme les racines carrées des cayons des cercles auxquels ces arcs appartiennent, et conséquemment comme les racines carrées des longueurs des pendules.

La chaleur dilate et le froid condense : les pendules sont donc plus courts en hiver qu'en été; et conséquemment ils ne peuvent mesurer des temps égaux pendant le cours d'une année. *Graham*, fameux horloger de Londres, a tâché le premier de faire disparoître cet inconvénient, en attachant à la partie inférieure du pendule un tuyau de verre renfermant du mercure. La chaleur de l'été dilate ce fluide, qui s'élève, et raccourcit en quelque sorte le pendule, que la chaleur avoit rendu plus long; de sorte que le centre d'oscillation reste à la même distance du centre de suspension. En hiver, le mercure descend au fond du tuyau, et fait, quoique le pendule se raccourcisse, que le centre d'oscillation reste encore à la même distance du centre de mouvement.

Julien Leroy à Paris, et *Ellicor* à Londres, ont employé avec succès un moyen plus commode pour parvenir au même but. La verge d'acier *cb*, qui porte le poids *o* appelé lentille, est composé de deux pièces séparées *ca* et *ab* (*fig.* 116, *pl.* 15). La pièce supérieure *ca* est fixée à un chassis formé de deux traverses de cuivre jaune *df* et *eg*, et de deux verges d'acier *de* et *fg*. La pièce inférieure *ab* est attachée, à la faveur d'une goupille, à la petite traverse de cuivre *kh*, et glisse librement dans un trou pratiqué à la traverse inférieure *eg*: *kl* et *hi* sont deux verges de cuivre jaune fixées à demeure sur la traverse inférieure *eg*, et dont les extrémités supérieures s'appliquent dessous la traverse *kk*. Lorsque l'action de la chaleur dilate ce système de corps, la verge *cab* du pendule s'allonge, et la lentille *o* s'écarte du centre de suspension *c*; mais en même temps la même action de la chaleur allongeant les deux verges de cuivre *kl* et *hi*, plus qu'elle n'allonge les deux verges d'acier, correspondantes *de* et *fg*, l'excès de dilatation du cuivre qui ne peut se porter en bas, fait remonter la traverse *kh* vers la traverse *df*, ce qui fait rapprocher la lentille *o* du centre de suspension *c*. Pour que l'excès de dilatation du cuivre sur celle de l'acier rapproche la lentille du centre de suspension autant qu'elle s'en écarte par la dilatation de l'acier, il faut que la longueur de chaque verge de cuivre soit à la longueur du pendule comme la dilatation de l'acier est à celle du cuivre jaune, c'est-à-dire, à très-peu près dans le rapport de 3 à 5.

La vitesse qu'a acquise un pendule au dernier point de sa chute, est comme la corde de l'arc qu'il décrit en descendant. Supposons que le pendule décrive l'arc CDB (*fig.* 117, *pl.* 15), dont la corde est CB; menons CF perpendiculaire à AB; la vitesse que le pendule acquiert en décrivant l'arc CDB, est comme la vi-

tesse qu'un corps acquerroit en tombant librement de F en B, c'est-à-dire, comme $\surd FB$; or $\surd FB$ est comme CB : car BF : CB :: CB : BG : donc $BF \times BG = CB^2$; et comme BG est une quantité constante, BF est comme CB^2, et $\surd BF$ comme CB : donc la vitesse que le pendule a acquise en B, après avoir décrit l'arc CDB, est comme la corde BC de cet arc.

Il suit de là que si du point B, on mène des cordes dont les longueurs soient dans le rapport de 1, 2, 3, etc. et qu'on les inscrive dans le cercle, on coupera de cette manière les arcs B1, B2, B3, etc. d'où le pendule venant à tomber, recevra au point B des vitesses qui seront comme 1, 2, 3, etc. On peut ainsi donner à un corps plusieurs degrés de vitesse; et c'est sur ce principe qu'est construite la machine de *Mariotte*, dont nous nous sommes servis pour établir les lois du choc des corps. (*Voy.* Choc des corps.)

Soient deux pendules CP, *cp* (*fig.* 116, *pl.* 15.), dont les longueurs sont entr'elles comme les forces attractives qui les animent, leurs vibrations seront isochrones. Car concevons que les pendules décrivent des arcs semblables; alors les forces qui les animent auront toujours entr'elles le même rapport dans les points correspondans de ces arcs, et conséquemment elles feront naître des vitesses qui seront comme les longueurs des pendules, c'est-à-dire comme les longueurs des arcs semblables qui seront parcourus dans des temps égaux.

Si les pendules CP, *cp* sont ramenés à la même longueur, les temps dans lesquels ils font leurs vibrations, sont en raison inverse des racines carrées des pesanteurs qui les animent. Soit $cq = CP$; alors le temps de la vibration de *cq* est à celui de *cp*, comme $\surd cq$ est à $\surd cp$; mais le temps de la vibration de *cp* est égal à celui de CP : d'où il résulte que le temps de la vibration de *cq* est à celui de CP, comme $\surd\overline{cq}$ est à $\surd\overline{cp}$; mais *cq* est à *cp*, comme la force attractive en CP est à la force attractive en *cp* : donc le temps de la vibration de *cq* est à celui de la vibration de CP en raison inverse des racines carrées des pesanteurs qui les animent.

Les lois que nous venons d'établir regardent exclusivement les pendules simples. Pour les appliquer aux pendules composés, on les réduit à de simples pendules en déterminant le centre d'oscillation. (*Voy.* Centre d'oscillation.)

Il nous reste à faire quelques applications des principes que nous venons d'établir.

1°. *Galilée* a connu le premier les lois de la chute des corps, en a conclu l'égalité et l'isochronisme des oscillations du pendule, et en a fait l'application à la mesure exacte des temps.

2°. *Huyghens* appliqua ensuite le pendule aux horloges à roues; il calcula quel étoit le nombre le plus avantageux de roues, le nombre de dents de chaque roue et de chaque pignon propre à faire que l'effort d'un poids appliqué au tambour de la grande roue ne poussât le pendule attaché à l'axe de la première roue que de seconde en seconde de temps; il détermina ensuite, par expérience, quelle longueur devoit avoir un pendule pour faire précisément une oscillation par chaque seconde, et il

trouva qu'elle étoit de 993 millimètres (3 pieds 8 lignes et demie.) Ces découvertes le conduisirent à construire les horloges à peudule qui mesurc roient le temps avec une grande précision, si la résistance de l'air et le frottement de la verge au centre de suspension ne diminuoient la grandeur des arcs décrits par le pendule, et conséquemment le temps employé à les décrire. Cela fait que la somme des oscillations pendant la première heure est moindre que celle de l'heure suivante ; et quoique la différence soit très-petite, elle a dû néanmoins fixer l'attention des physiciens.

Le poids appliqué aux horloges à pendule doit sans doute, par l'action continuelle de sa pesanteur, empêcher que les oscillations du pendule ne viennent à se ralentir ; comme il arrive cependant par différentes circonstances que l'action de la pesanteur n'est pas égale, ni le jeu des pièces de l'horloge toujours également libre ; qu'enfin l'étendue des oscillations d'un pendule peut être altérée par plusieurs causes physiques, on s'est occupé de remédier à ces inconvéniens, et de rendre parfaitement isochrones toutes les oscillations d'un même pendule, quelle que soit leur étendue. *Huyghens* y est parvenu en découvrant qu'un même pendule qui oscilleroit dans une cycloïde y feroit ses oscillations en temps égaux, quelqu'inégaux que fussent d'ailleurs les arcs décrits : il appliqua donc la cycloïde au pendule, avec cette différence qu'au lieu de faire des cycloïdes égales à toute la longueur du pendule, il se contenta de mettre aux deux côtés du point de suspension deux petites lames courbées en arc de cycloïde, parce qu'il suffit que le fil du pendule se ploie sur une partie de chaque cycloïde.

Cette heureuse application fut accueillie avec transport. On y a renoncé ensuite, 1°. à cause de la difficulté de courber exactement des lames en arcs cycloïdaux ; 2°. parce qu'on a trouvé le moyen de construire des échappemens qui n'éprouvent pas un frottement sensible ; 3°. parce que l'expérience a montré que le pendule qui décrit de petits arcs de cercle les décrit en des temps assez exactement égaux.

La théorie des pendules offre un moyen de conserver les mesures de longueur telles que le mètre dans un lieu où l'on aura déterminé exactement celle du pendule ; de manière que si la longueur du peudule étoit partout la même, on auroit, par son moyen, une mesure universelle. Mais il est démontré par des expériences aussi exactes que nombreuses que plus on approche de l'équateur, plus le pendule doit être court pour battre les secondes : d'où il résulte que la pesanteur est moindre à l'équateur que sous les pôles, puisque les longueurs des pendules sont comme les attractions qui les animent.

Les principes établis dans cet article, combinés avec la loi de l'attraction, nous mettent à même de déterminer le rapport des différentes longueurs du pendule à la surface des planètes.

Supposons qu'on transporte à la surface du soleil un pendule qui bat les secondes à la surface de la terre. Sa pesanteur y étant, d'après la loi de l'attraction, 27,65 fois plus grande, il est visible que les oscillations du

pendule y seroient beaucoup plus rapides, et que pour assujétir le pendule à ne battre que les secondes il faudroit l'allonger dans la même proportion : d'où il résulte que la longueur du pendule qui bat les secondes à la surface de la terre étant d'environ 3 pieds 8 lignes (environ un mètre,) celle de ce même pendule doit être d'environ 15 toises à la surface du soleil.

Il est aisé de trouver que la longueur de ce même pendule à la surface de Jupiter est d'environ une toise deux pieds, et qu'elle est d'environ 4 pieds à la surface de Saturne.

PENDULE (Oscillation du). (*Voyez* OSCILLATION DU PENDULE.)

PÉNOMBRE. On a donné ce nom à une espèce d'ombre affoiblie, qui tient, pour ainsi dire, le milieu entre la vraie ombre et la plus grande clarté. De manière qu'il est très-difficile de déterminer avec précision dans une éclipse, le moment où l'ombre commence et où la clarté s'évanouit.

C'est particulièrement dans les éclipses de lune que la pénombre est sensible, car on voit ce satellite s'obscurcir par degrés, à mesure qu'il avance vers la partie la plus épaisse de l'ombre projetée par la terre. Le contraire arrive dans les éclipses du soleil; les parties de son disque qui se dérobent à nos regards, s'obscurcissent subitement et sans éprouver aucune espèce d'altération. On peut dire, cependant, que les endroits de la terre où une éclipse de soleil n'est pas totale, ont la pénombre, parce qu'ils sont en effet dans l'ombre, par rapport à la partie du soleil, qui leur est cachée.

Si le soleil n'étoit qu'un point lumineux, il n'y auroit point de pénombre. Mais comme cet astre a un diamètre d'une certaine grandeur, il arrive que, dans les éclipses, certains endroits reçoivent l'influence des rayons d'une partie de son disque, sans être éclairés par le disque entier.

Dans toutes sortes d'éclipses il doit y avoir de la pénombre; mais son effet est principalement remarquable dans les éclipses de soleil. Car dans les éclipses de lune, la terre est à la vérité enveloppée par la pénombre; mais la pénombre ne nous est sensible qu'au voisinage de l'ombre totale. Cela vient de ce que la pénombre est très-foible à une distance considérable de l'ombre; et comme la lune ne brille pas d'une clarté aussi vive que celle du soleil, la diminution que son entrée dans la pénombre cause à sa clarté, ne devient sensible que lorsque la pénombre commence à être forte. Aussi est-il très-difficile de déterminer dans les éclipses, le moment où la lune entre dans la pénombre. Une autre difficulté qui empêche de reconnoître l'instant de l'entrée de la lune dans la pénombre, c'est que la surface de ce satellite, même lorsqu'il est tout à fait plongé dans l'ombre, n'est pas tout à fait obscurcie; elle brille d'une espèce de clarté rougeâtre qui empêche de la perdre entièrement de vue. Un observateur situé sur la surface de la lune, dans le temps d'une de ses éclipses, verroit le soleil éclipsé et commenceroit à voir une petite portion de son disque, couverte, du moment qu'il entreroit dans la pénombre; ainsi il détermineroit avec beaucoup plus de précision l'instant de l'entrée de la lune dans la pénombre, que ne peut le faire un observateur placé sur la surface de la terre.

Lorsque l'ombre totale parvient jus-

qu'à la terre, on dit alors que l'éclipse du soleil est totale ou centrale; s'il n'y a que la pénombre qui touche la terre, l'éclipse est partielle. (*Voy.* Eclipse.)

La pénombre s'étend à l'infini sous le rapport de la longueur, parce qu'à chaque point du diamètre du soleil, il répond à un espace infini en longueor, qui est privé de l'influence des rayons qui partent de ce point, sans l'être de celle des rayons qui partent de tous les autres. Les deux extrémités de la pénombre sont formées par deux rayons tirés des deux extrémités du diamètre de la terre, et qui sont divergens: d'où il résulte qoe la pénombre augmente continuellement en largeur, et est aussi infinie en ce sens. Tout cet espace infini est la pénombre, si l'on en excepte le triangle d'ombre qo'elle renferme. (*Voyez* Ombre.)

Cet espace a la forme d'un trapèze, dont un des côtés est le diamètre de la terre; le côté opposé parallèle au diamètre de la terre, est une ligne infinie, c'est-à-dire, la largeur de la pénombre projetée à l'infini; et les deux autres côtés sont deux rayons tirés des extrémités du diamètre de la terre aux extrémités du diamètre do soleil, et qui, avant d'arriver au soleil, se croisent en un certain poiut où ils forment un angle égal au diamètre apparent du soleil.

La pénombre est d'autant plos grande que cet angle, c'est-à-dire, que le diamètre apparent de l'astre est plus grand, la planète demeurant la même.

Lahire a examiné les différens degrés d'obscurité de la pénombre, et les a représentés par les ordonnées d'one courbe, qui sont entr'elles comme les parties du disqoe solaire, qui éclairent un corps situé dans la pénombre.

Tel est l'abrégé de la théorie de la pénombre. Cette théorie s'applique avec facilité à tout corps opaque éclairé par un corps lucide. Il importe de remarquer que l'expérience ne peot être ici parfaitement d'accord avec la théorie. On trouvera dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1723, un recueil d'expériences intéressantes que *Maraldi* a faites sur ce sujet avec beaucoup do soin, et un détail des bizarreries singulières auxquelles l'ombre et la pénombre sont sujettes.

PÉNOMBRE (Fausse). On a donné le nom de fausse pénombre à celle qui occupe une partie de l'espace que devroit occnper la véritable ombre.

Lorsqu'on présente au soleil un corps opaque quelconque, un cylindre vertical, par exemple, il est naturel de penser, en ne considérant dans le solide de son ombre qu'un plan horizontal, qu'il y aura un triangle d'ombre véritable, formé du diamètre du cylindre et de deux rayons partis des deux extrémités do soleil, et prolongés jusqu'à ce qu'ils se rencontrent au-delà du cylindre. Ce triangle sera isocèle et son angle du sommet sera mesuré par le diamètre apparent du soleil qui est de 32 minotes: d'où l'on conclut que la perpendicolaire menée du sommet de cet angle sur sa base, ou la longneur du cône d'ombre sera de 110 diamètre du cylindre. Aux deux côtés de ce triangle il y aura une pénombre infinie, mais toujours de plus en plus claire; de manière qu'elle cessera bientôt d'être sensible, quoiqu'elle le soit encore à une distance où le triangle d'ombre n'existe plus. Il suit de là que si l'on place verticalement derrière le cylindre une carte blanche, que l'on éloi-

gnera peu à peu du cylindre, on y verra une ombre noire mais toujours de plus en plus étroite jusqu'à une certaine distance du cylindre. Mais cette distance, au lieu d'être de 110 diamètres de ce cylindre, sera plus de la moitié moindre. Au-delà de ce terme, le milieu de l'ombre devient une pénombre; et cette ombre ne conserve de ce qu'elle devroit être, que deux traits noirs fort étroits qui terminent cette pénombre des deux côtés dans le sens de la longueur. Ces deux traits ont une noirceur égale à celle qui appartient à l'ombre véritable. On reconnoît encore tout cet espace pour être celui que cette ombre devroit occuper, à ce que sa largeur est celle qui convient à la distance. De plus, si l'on augmente la distance à laquelle on a commencé à voir cette pénombre, l'espace total qu'elle occupe avec les deux traits noirs, diminue toujours de largeur, comme doit faire celui de l'ombre véritable : seulement la pénombre, en se rétrécissant, s'éclaircit toujours; les traits noirs conservent la même noirceur et la même largeur; et enfin à la distance de 110 diamètres du cylindre ou à peu près, les deux traits noirs qui se sont toujours rapprochés se confondent et n'en forment qu'un; après quoi l'ombre vraie disparoît et il n'y a plus que de la pénombre.

C'est cette pénombre qui occupe une grande partie de l'espace que devroit occuper la véritable ombre, qu'on appelle *fausse pénombre*, pour la distinguer de celle qu'on aperçoit toujours aux deux côtés et au-delà de l'espace triangulaire que devroit occuper la véritable ombre.

Maraldi a fixé, par de nombreuses expériences, à 41 diamètres du cylindre, la distance où la fausse pénombre commence à paroître. Elle devient plus grande quand le soleil est peu lumineux, soit qu'il soit couvert de quelque nuage, soit qu'il soit peu élevé sur l'horizon.

Maraldi tire l'explication de la fausse pénombre des considérations suivantes. Il entre des rayons lumineux dans l'espace qui ne devroit être occupé que par l'ombre véritable; mais comme cette ombre a une grande largeur au voisinage du cylindre, ces rayons ne l'altèrent pas suffisamment pour faire un pénombre sensible. Cela n'arrive que lorsque l'ombre est devenue plus étroite à une plus grande distance du cylindre, qu'il a trouvée de 41 diamètres. Alors le même nombre de rayons se mêlant à une ombre plus étroite, l'éclaircit assez pour en faire une pénombre.

PERCUSSION. C'est l'impression que fait un corps sur un autre qu'il rencontre sur sa route; ou bien c'est la collision de deux corps qui se meuvent, ou dans la même direction, ou suivant des directions opposées, et qui dans la collision, altèrent mutuellement leur mouvement.

La percussion est directe ou oblique.

Elle est directe lorsque l'impulsion se fait suivant une ligne perpendiculaire à l'endroit du contact, et que de plus elle passe par le centre de gravité commun des deux corps qui se choquent.

La percussion est oblique lorsque l'impulsion se fait suivant une ligne oblique à l'endroit du contact, ou suivant une ligne perpendiculaire à l'endroit du contact, qui ne passe point par le centre de gravité des deux corps.

Les physiciens se sont autrefois beaucoup occupés de savoir quel est le rapport qui existe entre la force de la pesanteur et celle de la percussion. Ce qu'il y a de certain, c'est que la force de percussion paroît beaucoup plus grande. Un clou, par exemple, qu'on fait entrer dans une table avec de légers coups de marteau, ne sauroit être enfoncé dans la même table par un poids considérable qu'on mettroit dessus. Il est aisé de sentir la raison de cette différence, pour si peu qu'on réfléchisse sur la nature de la pesanteur. Si l'on abandonne un corps à l'impulsion de la pesanteur, sa vitesse s'accélère dans tous les points de sa chute. Mais au premier moment qu'on l'abandonne à lui-même, sa vitesse est infiniment petite, de manière que si quelque obstacle s'oppose à sa chute, l'effort de la pesanteur ne tend qu'à lui donner au premier instant, une vitesse infiniment petite. Ainsi un poids énorme, appuyé sur un clou, ne tend à descendre qu'avec une vitesse infiniment petite; et comme la force de ce corps se compose de sa masse combinée avec sa vitesse, il en résulte qu'il tend à pousser le clou avec une force très-petite. Il n'en est pas de même d'un marteau avec lequel on frappe le clou; sa masse et sa vitesse sont déterminées, et conséquemment sa force est plus grande que celle du poids.

Descartes a le premier soupçonné l'existence des lois de percussion, c'est-à-dire, des lois d'après lesquelles les corps se communiquent du mouvement. Mais il n'a pas su utiliser ce soupçon. La plupart des véritables lois de la nature, relatives à la communication du mouvement, ont échappé à l'activité de ses recherches. C'est à *Huyghens Wren* et *Walis* que nous devons de les avoir données les premiers d'une manière très-exacte. Voyez l'article Choc des corps où ces lois sont exposées avec tout le développement que leur importance commande.

PERCUSSION (Centre de). *Voy.* Centre de percussion.

PÉRIGÉE. C'est ainsi qu'on nomme le point de l'orbite d'un astre, dans lequel il se trouve à sa plus petite distance de la terre.

L'orbite de la lune est une ellipse dont la terre occupe un des foyers. Ainsi, la lune est dans son périgée, lorsqu'elle est à l'extrémité du grand axe de son orbite, la plus voisine du foyer que la terre occupe.

La terre se meut dans une ellipse dont le soleil occupe un des foyers : ainsi le soleil est tantôt plus, tantôt moins distant de la terre; et il est dans son périgée, lorsque la terre se trouve à l'extrémité du grand axe de son orbite, la plus voisine du foyer que le soleil occupe.

Les autres planètes sont aussi tantôt plus, tantôt moins éloignées de la terre; et le point de chaque orbite, où cet éloignement est le plus petit, se nomme le périgée.

PÉRIHÉLIE. C'est le point de l'orbite d'une planète dans lequel elle se trouve, à sa plus petite distance du soleil.

Toutes les planètes se meuvent dans des orbes elliptiques, dont le soleil occupe un des foyers : ainsi ces astres sont tantôt plus, tantôt moins distans du soleil; c'est le point où cette distance est la plus petite qu'on appelle *Périhélie;* et il est visible qu'il est situé à l'extrémité du grand axe de l'ellipse, la plus voisine du foyer que le soleil occupe.

PÉRIODE. C'est ainsi que les astronomes appellent le temps qu'une planète emploie à faire sa révolution autour de son astre central. C'est donc la durée de son cours, depuis l'instant où elle part d'un point donné des cieux, jusqu'au moment où elle est de retour à ce même point, après une révolution entière.

La période du soleil ou plutôt de la terre est de 365 jours 5 heures 48 minutes 45 ½ secondes. Celle de la lune est de 27 jours 7 heures 43 minutes 5 secondes. Celle de Mercure est de 87 jours 23 heures 59 minutes 14 secondes. Celle de Vénus est de 224 jours 16 heures 39 minutes 4 secondes. Celle de Mars est de 686 jours 22 heures 18 minutes 39 secondes. Celle de Cérès est de 4 ans 7 mois 10 jours. Celle de Pallas est de 4 ans 7 mois 11 jours. Celle de Junon est de 5 ans et demi. Celle de Jupiter est de 4330 jours 14 heures 36 minutes. Celle de Saturne est de 10747 jours 15 heures. Enfin, celle d'Uranus est de 30689 jours.

On ne connoit encore avec certitude que la période d'une seule comète, celle de 1682, que l'on avoit déjà observée en 1607 et 1531, et qui a reparu en 1759. Cette comète emploie environ 76 ans à revenir à son périhélie. On a soupçonné le retour de quelques autres comètes. Le plus probable de ces retours étoit celui de la comète de 1532, que l'on a cru être la même que la comète de 1661, et dont on a fixé la révolution à 129 ans; mais cette comète n'ayant point reparu en 1790, comme on s'y attendoit, il y a tout lieu de croire que ces deux comètes ne sont pas la même.

PÉRIODIQUE. On donne cette épithète à tout mouvement, cours ou révolution qui s'effectue d'une manière régulière, et qui recommence toujours dans le même intervalle de temps. Ainsi le mouvement ou la révolution périodique de la terre s'achève dans l'intervalle de 365 jours 5 heures 48 minutes 45 secondes 30 tierces.

On caractérise aussi par le mot périodique les écoulemens d'eau qui commencent et finissent alternativement dans certains temps déterminés, dans certains jours ou dans certaines heures du jour. La nature nous offre plusieurs sources dont l'écoulement est périodique. Elles sont connues sous le nom de sources ou fontaines intermittentes. (*Voyez* Fontaine intermittente.)

PÉRIODIQUE (Mois). *Voyez* Mois périodique.

PÉRIODIQUE (Révolution). *Voyez* Révolution périodique.

PÉRIODIQUE (Temps). *Voyez* Temps périodique.

PÉRIODIQUES (Vents). *Voyez* Vents périodiques.

PÉRIOÉCIENS. On a donné ce nom aux habitans de la terre qui sont situés sous les mêmes parallèles, mais sous des demi-cercles opposés du méridien; de manière que les longitudes des lieux qu'ils habitent diffèrent de 180 degrés. Il est visible que ces peuples ont les mêmes saisons, c'est-à-dire, le printemps, l'été, l'automne et l'hiver dans le même temps, ainsi que la même durée des jours et des nuits, puisqu'ils sont dans le même climat et à égale distance de l'équateur; mais les uns ont midi lorsque les autres ont mi-

nuit, et alternativement minuit quand les autres ont midi.

PÉRISCIENS. C'est le nom qu'on a donné aux habitans des deux zones glaciales, c'est-à-dire, aux peuples situés entre les cercles polaires et les pôles. Le soleil ne se couche point pour eux quand il est une fois sur leur horizon, et cet astre paroît tourner autour d'eux, ainsi que leur ombre, pendant tout le temps qu'il les éclaire.

Ceux qui se trouvent précisément sous les cercles polaires ne sont périsciens que pendant 24 heures, qui est leur plus long jour.

Ceux qui sont situés entre les cercles polaires et les pôles sont périsciens pendant plusieurs jours ou même pendant plusieurs mois, suivant qu'ils sont plus ou moins voisins des pôles.

Ceux enfin qui sont placés sous les pôles sont constamment périsciens; ils n'ont qu'un jour d'environ six mois, et une nuit de la même durée. Il ne faut pourtant pas croire que ces peuples, s'ils existent, soient plongés dans une obscurité parfaite pendant l'espace de six mois; ils jouissent de la clarté crépusculaire deux mois avant le lever du soleil et deux mois après son coucher : ils n'ont donc que deux mois de nuit profonde; encore même, pendant ce temps, la lune paroît-elle deux fois sur leur horizon, et la durée de sa présence est chaque fois d'environ quatorze jours.

PERMÉABILITÉ. C'est la propriété qu'ont certains corps de prêter à d'autres corps un passage plus ou moins facile.

PERMEABLE. On dit qu'un corps est perméable lorsqu'il prête un passage plus ou moins libre à d'autres corps qui font effort pour le traverser; ainsi le verre et tous les corps transparens sont perméables au fluide lumineux, etc.

PERSÉE. Les astronomes ont donné ce nom à une des constellations de la partie boréale du ciel située au-dessous de Cassiopée, entre Andromède et le Cocher; c'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*. Une grande partie de cette constellation demeure constamment sur notre horizon, et ne se couche jamais à notre égard. La tête de Méduse forme une partie de la constellation de Persée.

PERSPECTIVE. La perspective est spéculative ou pratique.

La perspective spéculative est la théorie des différentes apparences ou représentations de certains objets, suivant les différentes positions de l'œil qui les considère.

La perspective pratique est l'art de représenter ce qui paroît à nos yeux, ou ce que notre imagination conçoit, et de le représenter sous une forme semblable aux objets que nous voyons.

La perspective se nomme plus particulièrement *perspective linéaire*, parce qu'elle considère la position, la grandeur, la forme, etc. des différentes lignes qui terminent les objets. Quelques-uns en font une partie de l'optique; d'autres en font simplement une science dérivée de l'optique. Ses opérations sont entièrement géométriques. (*Voyez* OPTIQUE.)

PESANT. On donne cette épi-

thète aux corps animés d'une force qui les sollicite vers le centre de la terre.

PESANTEUR. C'est l'attraction considérée dans les corps terrestres. (*Voyez* l'article ATTRACTION,) et conséquemment la pesanteur est cette force en vertu de laquelle un corps ou un système de corps se précipite ou tend à se précipiter vers le centre de la terre.

Il ne faut pas confondre la pesanteur avec le poids. La pesanteur se mesure par la vitesse d'un corps qui tombe librement sur la surface de la terre, et nous verrons bientôt que cette vitesse est la même pour tous les corps, abstraction faite des résistances. Le poids d'un corps se mesure par l'effort qu'il faut faire pour le soutenir lorsqu'il tend à se précipiter vers le centre de la terre, et cet effort est toujours proportionnel à la masse. En un mot il y a entre la pesanteur et le poids la même différence que celle qui existe entre la vitesse et la force.

L'attraction n'appartient pas exclusivement aux masses ; toutes les molécules de matière la partagent. (*Voyez* ATTRACTION.) Tous les corps terrestres, soit solides, soit fluides, jouissent donc de la pesanteur; et l'opinion d'Aristote, qui attribuoit à la flamme et à la fumée que répandent les corps en ignition un principe de légèreté, est une erreur qui va se briser d'elle-même contre le double témoignage de la raison et de l'expérience.

Puisque la pesanteur n'est autre chose que l'attraction considérée dans les corps terrestres, il est visible qu'elle est soumise à la loi générale que nous avons démontrée article Attraction. (*Voyez* ce mot.) Tous les corps terrestres tendent donc les uns vers les autres avec une force variable en raison directe des masses et en raison inverse du carré de la distance qui sépare leurs centres d'action ; et si cette tendance n'a pas son effet, c'est que la masse des corps terrestres isolés n'est pas comparable à la masse de la terre, dont, conséquemment, l'attraction exercée sur chacun d'eux est incomparablement plus grande que celle qu'ils exercent les uns sur les autres.

Mais s'il est vrai que l'attraction de la terre rend nulle la tendance qu'ont deux corps terrestres à s'approcher l'un de l'autre, pourquoi cette même attraction de la terre n'a-t-elle pas la même influence sur deux molécules douées d'une extrême ténuité et séparées par une distance très-petite? Cela vient sans doute de ce que l'attraction que les deux molécules exercent l'une sur l'autre l'emporte sur celle que la terre exerce sur chacune d'elles; car puisque l'attraction est en raison directe des masses, il est visible que celle que les deux molécules en contact exercent l'une sur l'autre est infiniment petite sous le rapport des masses que nous supposons parvenues à leur limite de décroissement ; mais d'un autre côté l'attraction est en raison inverse du carré de la distance, et dans l'hypothèse qui nous occupe les centres d'action sont infiniment rapprochés : donc l'attraction de ces deux molécules augmente infiniment plus par le rapprochement des centres d'action qu'elle ne diminue par l'excessive ténuité des masses, et conséquemment ces molécules exercent l'une sur

l'autre une action infinie. Si à présent nous considérons l'attraction que la terre exerce sur chacune d'elles, nous verrons qu'elle est bien loin d'être infinie; car en supposant la masse de la terre infinie par rapport à celle de chacune de ces molécules, nous aurons pour expression de l'attraction que la terre exerce sur chaque molécule $\frac{\infty}{D^2}$, D exprimant la distance qui sépare le centre de la terre du centre de chaque molécule; et il est visible que cette fracion approche d'autant plus de l'infiniment petit que D approche davantage de l'infiniment grand. (*Voyez* pour de plus amples développemens l'article ATTRACTION MOLÉCULAIRE.)

La loi générale d'attraction qui maîtrise tous les corps de la nature souffre, lorsqu'on la considère dans les corps terrestres une modification qu'il importe d'apprécier. A la surface de la terre les corps ne tombent que de hauteurs médiocres; la différence de leurs distances au centre de la terre, dans les différens points de leur chute, est, pour ainsi dire, insensible, et à plus forte raison la différence entre les carrés de ces mêmes distances : d'où il résulte qu'on peut regarder la pesanteur qui anime les corps terrestres comme une force accélératrice constante pendant tout le temps qu'ils emploient à tomber; de sorte qu'ils observent dans leur chute les lois du mouvement uniformément accéléré. Il suit de là :

1°. Les corps qui tombent librement sur la surface de la terre parcourent des espaces qui, à compter du commencement de la chute, sont entre eux comme les carrés des vitesses acquises en tombant, ou comme les carrés des temps employés à tomber.

2°. En supposant le temps de la chute divisé en instans finis et égaux, les espaces parcourus dans le premier, le second, le troisième instant, etc. sont entre eux comme les nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, etc.

3°. Un corps qui tombe librement a acquis à la fin de sa chute une vitesse suffisante pour lui faire parcourir d'un mouvement uniforme, dans un temps égal à celui de la chute, un espace double de celui qu'il a parcouru.

4°. Un corps qui tombe librement a acquis à la fin de sa chute une vitesse suffisante pour le faire remonter d'un mouvement uniformément retardé à la hauteur d'où il est descendu.

Ces lois de la chute des corps se confirment par l'expérience et la géométrie. *Voyez* l'article *Chute des corps*, qui renferme ces sortes de preuves.

Un corps tombant librement proche de la surface de la terre parcourt dans la première seconde de sa chute 4,87 mètres (15 pieds,) dans la deuxième seconde 14,617 mètres (43 pieds,) dans la troisième seconde 24,363 mètres (75 pieds,) etc.

La pesanteur n'est pas proportionnelle à la masse.

Expérience.

On adapte à la platine de la machine pneumatique un cylindre de verre d'environ 1623 millimètres (5 pieds) de hauteur, sur 54 millimètres (2 pouces) de diamètre, dans lequel on a renfermé une pièce d'or, un morceau de liége, un flocon de

laine, etc. Après en avoir pompé l'air, on enlève le cylindre, on le renverse, et on voit tous les corps de différente masse arriver ensemble à son extrémité.

Si l'on introduit de l'air dans le cylindre, et qu'on recommence l'expérience, on observe dans la chute de ces corps une différence qui a certainement pour cause la résistance de l'air.

Pour apprécier cette résistance, supposons que deux globes de même diamètre, et dont les masses sont dans le rapport de 100 à 1, tombent de la même hauteur; la vitesse initiale est ici évidemment la même, et conséquemment les forces qui animent les deux globes sont au commencement de la chute dans le rapport de 100 à 1. Si la résistance de l'air, qui est égale pour les deux globes, est telle qu'elle détruise dans chacun d'eux une force comme 5, lorsqu'ils auront parcouru 9 décimètres (environ 3 pieds) avec la même vitesse, il restera à la masse comme 100,95 de force; tandis que la masse comme 1 n'en conservera que 5; et conséquemment la masse comme 100 n'aura perdu que la vingtième partie de sa force, tandis que la masse comme 1 en aura perdu la moitié. Si cela arrive une seconde fois de la même manière, toute la force de la masse comme 10 sera détruite, et la masse comme 100 conservera encore dix-huit vingtièmes de sa force primitive : il faut donc que la masse comme 100 continue à se mouvoir à travers le fluide atmosphérique avec plus de vitesse que la masse comme 10, et conséquemment qu'elle atteigne plus tôt la surface de la terre.

Newton et *Desaguiliers* ont fait avec beaucoup d'exactitude différentes expériences qui tendent au même but. Elles sont consignées dans l'article qui a pour objet la résistance des fluides. (*Voyez* Résistance des Fluides.)

L'intensité de la pesanteur des corps terrestres est différente dans différens climats; car la rotation de la terre imprime à tous les corps qui reposent sur sa surface une force centrifuge dont la direction est directement opposée à celle de la pesanteur qui les anime, et qui conséquemment lui fait souffrir une altération d'autant plus grande qu'ils décrivent de plus grands cercles dans le même temps. (*Voyez* Force centrale et Force centrifuge.) La pesanteur des corps situés à l'équateur terrestre est donc moindre que celle des corps situés vers les pôles. Toutes les expériences qui ont été faites sur cet objet confirment le résultat de la théorie de la pesanteur. *Richer* observa en 1672 qu'un pendule qui avoit la longueur convenable pour battre les secondes à Paris mesuroit à Cayenne des temps plus longs, et personne ne doute que le mouvement d'oscillation d'un pendule n'ait pour cause la pesanteur. (*Voyez* Pendule.)

Cette expérience a été répétée ensuite avec le même succès par les Académiciens qui sont allés au Pérou, et par ceux qui ont fait le voyage du Nord, pour les mesures relatives à la figure de la terre.

C'est par des expériences semblables que *Bouguer* et *la Condamine* ont confirmé que la pesanteur qui anime les corps terrestres diminue à mesure qu'ils s'éloignent du centre de la terre. Ils ont fait osciller un pendule pendant la révolution

d'une étoile fixe, tantôt au pied, tantôt au sommet d'une des montagnes des Cordilières, et ont mesuré la différence des hauteurs perpendiculaires de ces deux stations. Le nombre des vibrations a été moindre pendant le même temps au sommet qu'au pied de la montagne, et la différence étoit à très-peu près celle qu'indiquoit la théorie.

Pour avoir l'intensité de la pesanteur à la surface du soleil et des planètes, il faut remarquer que si Jupiter et la Terre étoient exactement sphériques et sans mouvement de rotation, les pesanteurs à leur équateur seroient proportionnelles aux masses de ces corps, divisées par les carrés de leurs diamètres, puisque dans ces corps, les distances du centre sont comme les diamètres (*voyez* FORCE CENTRALE): or, à la moyenne distance du soleil à la terre, le diamètre de l'équateur de Jupiter est de 626,26 secondes, et celui de l'équateur de la terre est de 54,5 secondes : d'où il résulte qu'en représentant par l'unité le poids d'un corps à l'équateur terrestre, le poids de ce corps, transporté à l'équateur de Jupiter, seroit 2,509; mais il faut diminuer ce poids d'environ un neuvième, pour avoir égard aux effets des forces centrifuges que fait naître la rotation des planètes. Le même corps pèseroit 27,65 à l'équateur du soleil; et les corps y parcourent 100 mètres (environ 300 pieds) dans la première seconde de leur chute.

PESANTEUR SPÉCIFIQUE. La pesanteur spécifique d'un corps n'est autre chose que le rapport de son poids à son volume. Il suit de là que si l'on pouvait réduire tous les corps à avoir le même volume, on n'aurait qu'à les peser pour connoître leur pesanteur spécifique : mais cette réduction n'est pas toujours une chose facile; il est même assez souvent impossible de l'effectuer : il a donc fallu chercher d'autres moyens pour déterminer les pesanteurs spécifiques. Il est inutile de parler avec détail de tous ceux qui ont été imaginés; j'insisterai particulièrement sur le plus simple, le plus exact et le plus conforme aux lois de l'équilibre des fluides. (*Voy.* l'article FLUIDES.)

Je me propose d'abord de découvrir quel est le rapport qui existe entre la pesanteur spécifique d'un solide et celle d'un fluide moins pesant que le solide.

La pesanteur spécifique du solide est évidemment à celle du fluide, comme le poids du solide est au poids d'un égal volume du fluide. Pour avoir le poids du solide, je le pèse dans le vide ou dans l'air; la différence du poids du solide pesé dans le vide ou dans l'air, n'étant pas très-sensible, je la néglige dans les expériences qui n'exigent pas une grande précision. Le poids d'un volume de fluide, égal à celui du solide, égale le poids que perd le solide par son immersion dans le fluide : d'où il résulte que le poids d'un volume de fluide, égal à celui du solide, égale la différence en poids du solide pesé dans l'air et dans le fluide; et conséquemment, que la pesanteur spécifique d'un solide est à la pesanteur spécifique d'un fluide, comme le poids du solide pesé dans l'air est à la différence en poids du solide pesé dans l'air et dans le fluide. Si ce fluide est l'eau commune, et si sa pesanteur spécifique est prise pour l'unité, comme on la suppose ordinairement pour plus

grande commodité, on trouvera la pesanteur spécifique du solide, en divisant son poids dans l'air, par la différence de son poids dans l'air et dans l'eau.

Eclaircissons ceci par un exemple : si l'on me demande la pesanteur spécifique d'un morceau de cuivre, je le pèse dans l'air ; supposons qu'il pèse 36 grammes. Je le pèse ensuite dans l'eau : s'il pèse 32 grammes, la différence de ces deux nombres est 4. Je divise 36 par 4. Le quotient 9 exprime la pesanteur spécifique du cuivre par rapport à celle de l'eau, que nous supposons égaler l'unité.

Si le solide dont on veut connaître la pesanteur spécifique est plus léger que l'eau, il faut joindre à ce solide un corps dont la pesanteur spécifique soit telle que le composé des deux soit plus pesant que l'eau. Pesant ensuite séparément dans l'air le corps le plus lourd et le composé des deux, et faisant la même chose dans l'eau, voici comme on doit faire le calcul. Soustrayez le poids du solide le plus lourd pesé seul dans l'eau, de celui de ce même solide pesé seul dans l'air : le reste sera le poids d'un volume d'eau égal à celui de ce solide. Soustrayez ensuite le poids du composé pesé dans l'eau, du poids de ce même composé dans l'air, le reste sera le poids du volume d'eau égal à celui du composé. Soustrayez enfin le premier reste du second, la différence sera le poids du volume d'eau égal à celui du solide le plus léger : or le poids de ce dernier volume d'eau sera au poids du solide léger, comme la pesanteur spécifique de l'eau est à celle du solide ; et conséquemment la pesanteur spécifique de l'eau étant supposée égale à l'unité, la pesanteur spécifique du solide plus léger que l'eau, est égale au quotient du nombre qui exprime le poids du solide léger, divisé par le nombre qui exprime le poids d'un égal volume d'eau.

Soit, par exemple, un morceau d'orme, qui est spécifiquement moins pesant que l'eau, et dont on me propose de déterminer la pesanteur spécifique. Si le morceau d'orme pèse 15 grammes dans l'air, et que pour faire un composé spécifiquement plus pesant, je lui aie attaché un morceau de cuivre pesant 18 grammes dans l'air et 16 dans l'eau, le composé pèsera donc 33 grammes dans l'air. Supposons que le tout ne pèse plus que 6 grammes dans l'eau, si nous soustrayons 16, savoir le poids du cuivre dans l'eau de 18 poids du même dans l'air, nous aurons 2 pour premier reste, savoir pour le poids du volume d'eau égal au morceau de cuivre ; pareillement, soustrayant 6, poids du composé dans l'eau de 33 poids du même dans l'air, le second reste 27 sera le poids du volume d'eau égal au composé : soustrayant donc le premier reste 2 du second 27, savoir le poids du volume d'eau égal au morceau de cuivre de celui du volume d'eau égal au composé, la différence 25 sera le poids du volume d'eau égal au morceau de bois, dont le poids absolu étoit 15 grammes dans l'air : d'où il résulte que la pesanteur spécifique de l'eau est à celle du morceau de bois, comme 25 est à 15, ou comme 1 à 0,6 ; et comme nous prenons pour unité la pesanteur spécifique de l'eau, 0,6 exprime la pesanteur spécifique du morceau de bois plus léger que l'eau.

La pesanteur spécifique de l'eau étant prise pour unité, on peut lui comparer celle d'un solide quelconque,

et conséquemment connaître le rapport des pesanteurs spécifiques de tous les corps solides. Pour que le rapport soit exact, il faut que l'unité soit constante et invariable : aussi n'emploie-t-on pour la détermination des pesanteurs spécifiques, que de l'eau dépouillée, à la faveur de la distillation, des substances hétérogènes qui altèrent sa pureté. Ramenée ainsi à son état d'homogénéité, l'eau se trouve partout la même, et offre le précieux avantage d'une unité invariable puisée dans la nature.

Les substances salines sont solubles dans l'eau, et conséquemment l'eau ne peut servir d'intermède pour connoître leur pesanteur spécifique ; on emploie alors un fluide, tel que l'alcool, qui ne dissout pas les substances salines. On trouve ainsi le rapport entre la pesanteur spécifique du fluide et celle du solide ; et comme on connoît le rapport de la pesanteur spécifique de l'alcool à celle de l'eau, on trouve facilement le rapport de la pesanteur spécifique d'une substance saline à celle de l'eau.

Les opérations mécaniques pour déterminer la pesanteur spécifique des solides, se réduisent donc à les peser dans l'air, et ensuite dans l'eau, à l'aide de la balance hydrostatique. (*Voyez* Balance hydrostatique.) Ce travail est long, fatigant, et cependant indispensable. On peut l'abréger lorsqu'on opère sur de petites masses, à la faveur d'un instrument imaginé par *Nicolsom*. (*Voyez* Aréomètre de Nicolsom.)

C'est par l'intermède d'un fluide tel que l'eau, que nous comparons les pesanteurs spécifiques des solides. La comparaison des pesanteurs spécifiques des fluides se fait avec la même facilité par l'intermède d'un solide. Un cube de cuivre de 27 millimètres (1 pouce) de face, sert ordinairement à cet usage. On le suspend à un crin qu'on attache au crochet d'un des bassins de la balance hydrostatique ; il demeure en équilibre avec un poids égal en masse placé dans l'autre bassin : on plonge ensuite le petit cube dans le fluide dont on veut connoître la pesanteur spécifique ; sur-le-champ l'équilibre est rompu en faveur du poids placé dans le bassin opposé. On rétablit l'équilibre en y mettant des poids qui sont la mesure exacte de la perte qu'éprouve en poids le petit cube par son immersion dans le fluide ; et conséquemment un volume de fluide égal à celui du petit cube, pèse autant que le poids mis dans le bassin pour rétablir l'équilibre. Si l'on plonge ensuite le petit cube dans un autre fluide, en observant que la température soit la même, on trouvera de même sa pesanteur spécifique, et conséquemment on déterminera le rapport des pesanteurs spécifiques de différens fluides.

La méthode que nous venons d'exposer est sans contredit la plus exacte et la plus rigoureuse. Il ne sera cependant pas inutile de dire un mot de plusieurs autres moyens imaginés pour comparer les pesanteurs spécifiques de différens fluides.

On prend un vase ouvert ; après l'avoir pesé, on l'emplit d'un fluide, et on le pèse de nouveau. On vide le vase ; on le remplit d'un autre fluide en le pesant comme auparavant : les pesanteurs spécifiques sont alors comme les poids trouvés. Cette méthode est fort simple, et elle seroit bonne s'il étoit possible d'avoir par ce moyen des volumes égaux de différens fluides. Lorsqu'on remplit un

vase d'un fluide, la surface du fluide est toujours concave ou convexe; concave si le fluide mouille le vase; convexe si le vase n'est pas mouillé par le fluide. Dans le premier cas, le vase n'est pas plein; dans le second, le vase est plus que plein. Ce moyen est donc insuffisant pour avoir des volumes égaux de différens fluides : il est cependant employé par les chimistes; et pour remédier à l'inconvénient qu'il présente, ils se servent d'une fiole dont l'orifice est très-étroit; mais la force attractive du verre étant différente pour différens fluides, il en résulte de nouveaux inconvéniens qui doivent faire rejeter cette méthode, lorsqu'on cherche des résultats rigoureux.

On peut encore déterminer les pesanteurs spécifiques des fluides à la faveur d'un tube recourbé. On verse du mercure dans le tube, de manière que sa partie inférieure soit remplie; on verse ensuite un fluide dans une branche, et dans l'autre un autre fluide, jusqu'à ce que, dans les deux branches, le mercure soit dans la même ligne horizontale. Les hauteurs auxquelles s'élèvent les fluides dans les deux branches, sont en raison inverse de leurs pesanteurs spécifiques. Le mercure qu'on met dans la partie inférieure du tube recourbé, empêche les fluides de se mêler. Malgré cette précaution, cette méthode est défectueuse, 1°. parce qu'on ne peut apprécier avec rigueur les petites différences; 2°. parce que les différens fluides sont différemment attirés par les parois du tube; ce qui fait qu'on ne peut déterminer leurs véritables hauteurs.

Voici enfin un autre moyen de comparer les pesanteurs spécifiques des fluides. Il est fondé sur ce que si l'on plonge le même corps dans des fluides de différente densité, il s'y enfonce d'autant plus profondément que le fluide est plus léger, et d'autant moins profondément que le fluide est plus pesant.

Cet instrument, connu sous le nom d'aréomètre, est composé d'une boule de verre mince, soufflée à la lampe, et d'un tube cylindrique divisé en parties égales. Au dessous de cette boule est une autre petite boule soufflée, qui est lestée de plomb ou de mercure, de manière cependant que le tout soit plus léger que les fluides dont on veut comparer les pesanteurs spécifiques. Si le poids de l'aréomètre est tel qu'il s'enfonce dans l'eau jusqu'à une certaine profondeur, il s'enfoncera plus profondément dans les fluides plus légers : son immersion dans le vin sera plus grande, et plus grande encore dans l'alcool; mais si on le plonge dans des fluides plus pesans que l'eau, son immersion ne sera pas aussi profonde; il s'enfoncera moins dans la bière, et toujours d'autant moins, que la densité du fluide dans lequel on le plongera sera plus grande. Cette méthode est simple; mais elle n'est pas rigoureuse : elle peut servir à connoître si un fluide est plus ou moins pesant qu'un autre auquel on le compare; mais on ne connoîtra pas de combien : il faudroit, pour cela, connoître exactement le rapport du tube cylindrique aux boules, ce qui est impossible; il faudroit, de plus, que le tube fût parfaitement cylindrique, ce qui n'arrive jamais.

L'aréomètre de *Farenheit* offre l'avantage d'opérer sur des volumes égaux de différens fluides, et conséquemment de faire connoître le rapport exact qui existe entre leurs pe-

santeurs spécifiques. (*Voy.* Aréomètre de Farenheit.)

Les avantages attachés à la connoissance des pesanteurs spécifiques ne sont pas équivoques. Elle offre au naturaliste des caractères distinctifs pour classer les substances qui sont l'objet de ses recherches. On en fait usage pour apprécier les différences entre deux corps de même nom, pour juger de la bonté des matières dont la chimie et la médecine font habituellement usage. Elle sert à garantir de la fourberie des charlatans et des fripons, puisqu'elle offre un moyen infaillible de connoître les légères nuances qui distinguent les pierres fines de celles qui ne le sont pas. On peut enfin, à l'aide des pesanteurs spécifiques, découvrir de la manière suivante, dans quel rapport se trouvent plusieurs substances dans un alliage.

Étant donnée la pesanteur spécifique d'une masse composée de deux corps différens; étant donnée la pesanteur spécifique de chacun de ces corps, s'ils sont purs, trouver dans quel rapport ils se trouvent dans la masse composée.

Supposons qu'il y ait dans la masse deux sortes de corps, dont l'un se nomme A et l'autre B. J'appelle V le volume du premier, u le volume du second; la pesanteur spécifique du premier D, et d la pesanteur spécifique du second; la pesanteur spécifique de la masse composée sera appelée e. Soit le poids de A $=$ P, et le poids de B $=p$.

Le poids d'un corps est en raison composée de son volume et de sa densité ou de sa pesanteur spécifique: donc P $=$ V D, et $p = u\,d$. Le poids de la masse composée est égal à sa pesanteur spécifique multipliée par la somme des volumes des masses composantes: il est donc $\mathrm{V}e + u\,e$. Or le poids de la masse composée égale la somme des poids des masses composantes: donc $\mathrm{V}e + u\,e = \mathrm{D}\,\mathrm{V} + u\,d$; donc $\mathrm{V}\,\mathrm{D} - \mathrm{V}e = u\,e - u\,d$; donc $\mathrm{D} - e : e - d :: u : \mathrm{V}$. Nous avons ainsi le rapport des volumes des masses composantes, et conséquemment le rapport des poids, en multipliant les volumes par les pesanteurs spécifiques.

Hiéron, roi de Syracuse, avoit donné à son orfèvre *Démétrius* 9,3006 kilogr. (19 liv.) d'or, pour en faire une couronne. *Démétrius* apporta une couronne qui pesoit 9,3006 kilogr. Le roi, qui suspectoit la fidélité de l'ouvrier, demande à *Archimède* s'il ne savoit aucun moyen pour confirmer ou pour détruire ses soupçons. *Archimède* découvrit la fraude de l'orfèvre à la faveur du problème dont nous avons donné la solution. Il trouva même dans quelle proportion on avoit mêlé l'argent à l'or dans la fabrication de la couronne.

La pesanteur spécifique de l'or est 19, de l'argent 10 $\frac{1}{3}$. Supposons qu'on ait trouvé que celle de la couronne était 17; dans cette supposition, $e =$ 17, D $= 10\frac{1}{3}$; $d = 19$; donc D $-$ $e = -6\frac{1}{3}$, et $e - d = -2$; donc $-6\frac{1}{3} : -2 :: u : \mathrm{V}$; donc $2\,u = 6\frac{1}{3}\,\mathrm{V}$; donc $6\,u = 20\,\mathrm{V}$; donc $3\,u = 10\,\mathrm{V}$, ce qui nous donne le rapport des volumes. Pour avoir le rapport des poids, il faut multiplier les volumes par les pesanteurs spécifiques, ce qui donne pour le poids de l'argent $3 \times 10\frac{1}{3}$, et pour le poids de l'or 10×19: le poids de l'argent est donc à celui de l'or dans la cou-

ronne comme 31 : 190, et le poids de l'argent est au poids total :: 31 : 221.

La solution de ce problème est fondée sur cette hypothèse, que l'or et l'argent conservent leurs volumes entiers dans leur alliage.

Plus la connoissance des pesanteurs spécifiques est précieuse au physicien, plus il doit apporter de soins et d'attention dans ces sortes de recherches.

Il doit savoir, 1°. que la pesanteur spécifique des corps d'une même espèce varie suivant le lieu d'où on les a tirés, et conséquemment qu'il doit, dans le résultat qu'il expose, tenir note du climat ou les corps ont pris naissance.

2°. Les différens degrés d'hétérogénéité dans les parties d'un corps produisent une différence sensible dans les résultats.

3°. Il faut ramener à la même température tous les corps dont on veut déterminer la pesanteur spécifique. Pendant les ardeurs de l'été, un corps a plus de volume que pendant les rigueurs de l'hiver : d'où il résulte qu'il déplace pendant l'été un plus grand volume d'eau que pendant l'hiver, et conséquemment que sa pesanteur spécifique est différente dans ces deux saisons de l'année.

4°. Avant de plonger dans l'eau distillée le corps dont on cherche la pesanteur spécifique, il importe de lui enlever, à l'aide d'une plume ou d'un petit pinceau, l'enveloppe atmosphérique, qui y tient d'autant plus fortement, que le corps a plus d'attraction pour ce fluide; sans cette précaution, le volume d'eau déplacée seroit plus grand que le volume réel des corps.

5°. Dans les expériences délicates, il faut avoir égard à la pression de l'atmosphère.

6°. Enfin, il est nécessaire d'avoir une balance parfaitement juste, qui étant en équilibre sans poids, y revienne toutes les fois qu'on la mettra en mouvement. Il faut, en outre, des poids déterminés avec la plus grande précision.

C'est avec toutes ces précautions qu'on peut parvenir à dresser une table des pesanteurs spécifiques. Je joins ici celle qui m'a paru la plus exacte.

Tableau qui représente les rapports qui existent entre les pesanteurs spécifiques de différentes substances, comparées à celle de l'eau distillée, qu'on exprime par 10000.

1°. *Substances métalliques.*

Or à 24 karats, fondu non forgé	19258
Or au titre de Paris ou à 22 karats, *idem*	17486
Argent à 12 den., fondu et non forgé	10474
Argent au titre de Paris ou à 11 den. 10 grains, *id.*	10175
Platine brut en grenailles	15601
Platine purifié, fondu	19500
Cuivre rouge fondu et non forgé	7788
Fer fondu	7207
Fer forgé en barre, écroui ou non écroui	7788
Acier ni trempé ni écroui	7833
Etain pur de Cornouailles, fondu et non écroui	7291
Plomb fondu	11352
Zinc fondu	7190
Antimoine fondu	6702
Arsenic fondu	5765
Mercure coulant	13568
Cinabre oriental	6902

2°. *Pierres précieuses.*

Diamant oriental blanc. . .	35212
Rubis oriental	42833
Topaze rouge d'Almaden.	40106

3°. *Pierres siliceuses.*

Cristal de roche limpide de Madagascar	26530
Quartz cristallisé.	26546
Grès de paveurs	24158
Agathe orientale	25901
Agathe onix	26375
Calcédoine	26156
Cornaline	26137
Pierre à fusil blonde	25941
Pierre à fusil noirâtre . . .	25817
Jaspe vert clair	23587
Jaspe brun	26911

4°. *Pierres diverses.*

Albâtre oriental blanc antique.	27302
Marbre de Bourbon-l'Ancy	26957
Marbre dit brèche d'Alep.	26867
Pierre de St.-Leu de la carrière de St.-Leu. . . .	16593
Pierre de liais.	20778
Spath pesant gris, dit pierre de Bologne. . .	44409
Spath fluor blanc.	31555
Granit rouge d'Egypte . . .	26541
Granit rouge du Dauphiné.	26431
Pierre ponce	9145
Porcelaine de Sèvres. . . .	21457
Soufre natif.	20332
Soufre fondu	19907

5°. *Liqueurs.*

Eau distillée	10000
Eau de Seine filtrée. . . .	10001,5
Vin de Bourgogne. . . .	9915

Vin de Bordeaux.	9939
Alcool du commerce . . .	8371
Alcool très-rectifié. . . .	8293

6°. *Huiles.*

Huile d'olive	9153
Huile de noix	9227
Huile de lin	9403
Huile de navette.	9193

7°. *Gommes, Résines et Graisses.*

Résine jaune ou blanche du pin.	10727
Sandarac.	10920
Gomme arabique.	14823
Opium.	13365
Cire jaune.	9648
Cire blanche.	9686
Suif	9419
Graisse de cochon.	9368
Lard.	9478
Beurre.	9423

8°. *Bois.*

Chêne de 60 ans, le cœur.	11700
Liège.	2400
Orme, le tronc.	6710
Frêne, le tronc.	8450
Hêtre	8520
Aune.	8000
Erable.	7550
Noyer de France.	6710
Saule.	5850
Tilleul.	6040
Sapin mâle.	5500
Sapin femelle.	4980
Peuplier.	3830
Pommier.	7930
Poirier.	6610
Prunier.	7850
Cerisier.	7150
Coudrier ou noisetier. . .	6000
Buis de France.	9120
Vigne.	13270

Sureau.	6950
Jasmin d'Espagne. . . .	7700
Gayac.	13330
Ebenier d'Amérique. . .	13310
Bois rouge du Brésil. . .	10310
Bois de Campèche. . . .	9130
Cèdre.	5960
Oranger.	7030
Citronnier.	7263

9°. *Airs ou Gaz.*

Air atmosphérique. . . .	0,46005
Gaz oxigène.	0,50694
Gaz hydrogène.	0,03539
Gaz acide carbonique. . .	0,68985
Gaz ammoniac.	0,27488

PÈSE-LIQUEUR. C'est la même chose qu'aréomètre. (*Voyez* Aréomètre.)

PESON. (*Voyez* Balance romaine.)

PETIT CHEVAL. (*Voyez* Cheval (petit.)

PETIT CHIEN. (*Voyez* Chien (petit.)

PETIT LION. (*Voyez* Lion (petit.)

PETIT NUAGE. (*Voy.* Nuage (petit.)

PETIT TRIANGLE. (*Voyez* Triangle (petit.)

PETITE OURSE. (*Voy.* Ourse (petite.)

PÉTRIFICATION. C'est une espèce de transformation d'un corps organisé en pierre qui est ordinairement de nature siliceuse.

Mais comment s'opère cette étrange métamorphuse? Pour répondre à cette question le plus grand nombre des savans supposent que la matière pierreuse se substitue à la substance végétale à mesure que celle-ci se décompose; et comme le remplacement se fait successivement, et comme de molécule à molécule, les parties pierreuses en s'arrangeant dans les places restées vides par l'évasion des parties ligneuses, prennent la même figure qu'avoit le végétal avant la pétrification.

Patrin regarde cette explication comme contraire à des faits qui ne lui paroissent pas équivoques: d'où il conclut qu'il faut nécessairement regarder la pétrification comme une opération chimique, comme une combinaison de fluides gazeux avec les principes constituans des corps organisés: opération qui change très-rapidement ceux-ci en substance pierreuse, sans altérer en aucune manière la forme, la couleur et l'arrangement des molécules. (*Voy. le nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle*, tome 17, pag. 345 et les suivantes.)

PHASES. Ce sont différentes apparences que nous présentent la lune et quelques planètes suivant leur différente position par rapport à la terre.

Des Phases de la Lune.

Lorsque la lune est en conjonction avec le soleil, son hémisphère éclairé n'est pas tourné vers la terre, et dans ce point la lune est tout-à-fait invisible. Soit la terre T (*fig.* 107, *pl.* 14), la lune en N entre le soleil et la terre. L'hémisphère éclairé est *mli*, qui ne peut être vu de la surface de la terre; mais pendant que la lune est portée dans son orbite de la conjonction à l'opposition, l'hémisphère éclairé, qui est toujours du côté du soleil, devient de plus en plus visible au spectateur placé sur la surface de la terre: de là vient qu'elle

semble renaître après la conjonction; qu'elle paroît sous la forme d'un foible croissant lumineux qui augmente à mesure qu'elle s'en éloigne, et qui devient un cercle entièrement lumineux lorsque la lune est en P en opposition avec le soleil. Quand ensuite elle passe de l'opposition à la conjonction, le cercle lumineux se change en un croissant qui diminue suivant les mêmes degrés par lesquels il s'étoit accru jusqu'à ce qu'elle soit parvenue de nouveau à la conjonction.

Des Phases des Planètes inférieures.

Soit la terre T (*fig.* 119, *pl.* 16), le soleil S; A, B, C, *u*, D, E, F, V, une planète inférieure, Vénus, par exemple, dans son orbite. Elle brille d'une clarté empruntée du soleil : d'où il résulte que l'hémisphère qui est tourné du côté du soleil est le seul qui soit éclairé. Le spectateur terrestre ne peut donc voir la planète en V; elle offriroit en *u* l'aspect d'un cercle entièrement lumineux si l'atmosphère solaire n'interceptoit tous ses rayons : en partant de *u*, la planète paroît sous la forme d'un croissant lumineux qui diminue continuellement jusqu'à ce qu'elle s'évanouisse en V; le croissant augmente ensuite successivement en changeant de figure jusqu'à ce que l'hémisphère éclairé se confonde avec l'hémisphère visible.

Si le point V de l'orbite de la planète est un nœud, la planète paroît sur le disque même du soleil, et l'on observe une tache noire qui se meut sur la surface de cet astre; alors nous ne voyons pas, à proprement parler, la planète; nous découvrons l'endroit où, étant comme appliquée sur le soleil, elle nous dérobe ses rayons.

Le diamètre apparent d'une planète inférieure est à son *maximum* lorsqu'elle est à sa plus petite distance de la terre. L'hémisphère éclairé est alors le plus grand possible; mais à mesure que la planète approche de la terre, la partie éclairée visible diminue; en sorte que la clarté augmente par une cause et diminue par l'autre. Il y a donc une distance moyenne où la clarté que réfléchit la planète parvient à son *maximum*.

PHÉNOMÈNE. Le mot *phénomène* est un mot grec d'origine. Il signifie apparences, et nous l'appliquons à toute action, à tout mouvement, à tout effet en un mot que présente à nos yeux le spectacle de l'univers.

Dans le langage vulgaire, le mot *phénomène* est employé à désigner quelqu'effet extraordinaire qui se montre dans les cieux ou dans le sein de l'atmosphère. Telle est l'apparition d'une comète, d'une aurore boréale, d'un globe de feu, etc.

Newton a tracé la route qu'on doit suivre dans la recherche des causes qui donnent naissance aux phénomènes de la nature; et les préceptes qu'il donne doivent servir de règle à tous ceux qui se livrent à l'étude de la physique.

Ils consistent, 1°. en ce qu'on ne doit admettre, pour véritable cause des phénomènes, que celles dont la vérité repose sur des expériences bien faites, sur des observations variées de différentes manières, et qui sont suffisantes pour rendre raison des phénomènes dont on cherche l'explication.

Il suit de cette loi, que nous ne devons admettre pour causes que celles

qui nous sont indiquées par les phénomènes, de la manière la moins équivoque. Elles sont véritables, s'il est constant qu'elles existent dans la nature, et si tous les phénomènes concourent à en démontrer l'existence; si les causes et les phénomènes sont liés entr'eux par une dépendance réciproque; si les corps soumis à l'expérience, variée de différentes manières, nous indiquent constamment les mêmes causes des mêmes phénomènes; enfin, si on ne peut supprimer ces causes sans détruire l'existence des phénomènes.

Faisons à un exemple l'application de cette loi, pour en rendre les conséquences plus sensibles. Je plonge, dans l'eau d'un réservoir, l'extrémité du tuyau d'aspiration d'une pompe, et je fais mouvoir le piston; l'eau s'élève subitement dans le corps de pompe et le remplit. Si je cherche la cause de cette élévation, tout indique qu'elle consiste dans la pression de l'atmosphère: 1°. parce que l'eau du réservoir est soumise à la pression de l'air qui repose sur sa surface; 2°. parce que la pression de l'air est capable de faire jaillir l'eau à une certaine hauteur; 3°. parce que l'expérience démontre que si on supprime l'air du réservoir, l'eau ne s'élèvera point dans la pompe; mais que l'élévation aura lieu du moment qu'on rendra l'air au réservoir; 4°. enfin, parce qu'on obtient le même effet lorsqu'on fait agir une pompe sur tout autre fluide que sur l'eau, avec cette différence que la pression atmosphérique l'élève à une hauteur moins ou plus grande que celle de l'eau.

Ce que je viens de dire suffit pour faire sentir que s'il est démontré qu'il existe une cause dans la nature, et qu'elle suffit à la production d'un phénomène, il est inutile d'imaginer une autre cause qui puisse lui donner naissance.

Il arrive que la nature nous montre des phénomènes, dont en même temps elle nous dérobe la cause; si, par exemple, j'abandonne à lui-même un corps quelconque, il se précipite vers le centre de la terre, et je trouve dans la pesanteur la véritable cause qui détermine cette chute; mais cette pesanteur n'est qu'une cause secondaire (*Voyez* Cause.), et dans l'état actuel de nos connaissances, je ferois des efforts impuissants pour découvrir la cause qui la fait naître: il en est de même de toutes les causes premières, je veux dire des lois les plus générales, d'où émanent les effets naturels qui fixent chaque jour notre attention. En établissant ces lois, la nature les a couvertes d'un voile impénétrable pour jouir du privilège exclusif d'apercevoir la chaîne entière dont elles forment les premiers anneaux. La connoissance de ces lois est une espèce de limite de laquelle l'intelligence humaine peut sans doute approcher plus ou moins, mais qu'il ne lui sera jamais permis d'atteindre. Il vaut infiniment mieux, dans de semblables circonstances, faire l'aveu, peut-être humiliant, de son insuffisance, que de se perdre dans des conjectures hasardées qu'on ne peut appuyer du témoignage de l'expérience.

Les conjectures et les hypothèses doivent être employées en physique avec beaucoup de ménagement: elles ne servent le plus souvent qu'à surcharger une science qu'à en hérisser les avenues; elles sont dangereuses lorsqu'elles se présentent avec l'appareil imposant de la géométrie, dont

souvent elles empruntent et la forme et le langage. En un mot, ce sont presque toujours des enfans de l'imagination, auxquels on prodigue sans mesure les caresses de la paternité, mais dont on tente vainement de réaliser l'existence.

Il est néanmoins des circonstances où il est permis, en physique, de se livrer à des conjectures : il faut, pour qu'elles soient plausibles, qu'elles ne contrarient aucune des lois de la nature ; qu'elles soient classées d'après le degré de leur probabilité ; et qu'elles reposent, s'il est possible, sur l'imitation plus ou moins parfaite des phénomènes dont on cherche l'explication.

2°. Les propositions déduites des phénomènes donnés par l'observation ou par l'expérience, peuvent être regardées comme absolument vraies ou au moins comme approchant très-fort de la vérité, quoique des opinions contraires les combattent, jusqu'à ce qu'on ait découvert de nouveaux phénomènes qui concourent à les établir sur des bases plus solides, ou qui indiquent les exceptions qu'elles doivent souffrir.

L'examen des nouvelles découvertes doit toujours se faire par la voie de l'analyse, avant d'employer la méthode synthétique. A l'aide de l'analyse, on rassemble tous les phénomènes et tous les effets de chaque espèce qui se présentent à l'activité de nos recherches. L'observation sévère des phénomènes conduit immédiatement à des propositions qui ne sont d'abord que particulières, mais qui acquièrent ensuite la généralité par induction. S. par exemple, je connois que l'or se dilate lorsqu'on l'expose à l'action de la chaleur, j'établis aussitôt cette proposition particulière, le calorique dilate l'or ; mais si ensuite de nouvelles recherches me conduisent à découvrir que le calorique produit le même effet sur les autres métaux, sur les substances animales et végétales, alors j'établis cette proposition générale : tous les corps exposés à l'action du calorique augmentent de dimensions ; et cette proposition, toute générale qu'elle est, doit être reconnue pour vraie, quand même de nouvelles recherches me feroient découvrir quelqu'exception qui en restreindroit la généralité.

Lorsque, à l'aide de l'analyse, on est parvenu à connoître les causes de plusieurs phénomènes, on peut employer avec avantage la méthode synthétique, c'est-à-dire, regarder ces causes comme des principes certains, propres à développer les phénomènes qui y ont rapport. Si, par exemple, j'ai découvert que les corps soumis à l'action du calorique se laissent pénétrer par ce fluide qui écarte leurs molécules au point d'augmenter plus ou moins leurs dimensions ; je conclus qu'une pierre que j'ai sous ma main se dilatera si je lui fais subir l'épreuve du calorique ; et toutes les fois que je me propose d'augmenter le volume d'un corps, j'ai recours au calorique comme à une des causes que je reconnois pour être propres à produire cet effet.

On peut aussi quelquefois faire servir l'analogie à découvrir les propriétés de certains corps, surtout lorsqu'étant loin de notre portée, nous ne pouvons les soumettre à l'épreuve de l'observation et de l'expérience. C'est ainsi que la rotation bien connue de Jupiter, de Mars et de Vénus, nous a conduits à conclure que Mercure, Saturne et Uranus sont animés, comme les autres planètes, d'un mouvement

de rotation; mais en général ces sortes de preuves ne doivent être employées qu'avec beaucoup de circonspection et de réserve.

PHILOSOPHIE NEWTONNIENNE. (*Voyez* NEWTONIANISME.)

PHILOSOPHIQUE (Bougie). (*Voyez* BOUGIE PHILOSOPHIQUE).

PHLOGISTIQUE. Ce mot étoit, il n'y a pas long-temps, employé par les chimistes à désigner le feu fixé ou combiné avec les molécules des corps; et ce feu fixé n'est autre chose que ce que nous nommons aujourd'hui *calorique combiné*. (*Voyez* CALORIQUE COMBINÉ.)

Sthaal faisoit consister la combustibilité des corps dans la présence du phlogistique, et la combustion dans l'acte de son dégagement.

L'augmentation de poids qu'acquièrent les corps ignescens, a suffi pour renverser cette brillante hypothèse, et pour démontrer la nécessité de recourir à un principe étranger aux corps combustibles, l'oxigène qui se combine avec eux dans l'acte de la combustion. (*Voyez* l'article COMBUSTION.)

Mais il me paroît que les chimistes ont été d'abord un peu trop loin, lorsqu'ils ont attribué au gaz oxigène le privilège exclusif de fournir le calorique qui se dégage dans l'acte de la combustion. Les corps combustibles réfractent le fluide lumineux plus fortement que les autres corps de la nature : ils exercent donc sur ce fluide une attraction plus puissante en raison de leur combustibilité; d'où il semble résulter que les corps combustibles contiennent, toutes choses égales d'ailleurs, plus de calorique combiné que les autres corps naturels, en supposant que si le calorique a une existence réelle, il ne diffère du fluide lumineux que par le degré de vitesse qui l'anime. (*Voyez* FLUIDE LUMINEUX ET CALORIQUE.)

Nous sommes donc autorisés à penser que le gaz hydrogène, par exemple, contient beaucoup plus de calorique combiné que le gaz oxigène, 1°. parce que le gaz hydrogène est un corps combustible; 2°. parce que sa pesanteur spécifique est beaucoup moindre : et si cela est ainsi, peut-on douter que le gaz hydrogène ne fournisse une grande partie du calorique qui se dégage dans l'acte de sa combustion?

PHŒNIX. C'est ainsi que les astronomes appellent une des constellations de la partie méridionale du ciel, et qui est située entre l'extrémité méridionale de l'Eridan et l'Atelier du sculpteur. C'est une des douze constellations décrites par *Jean Bayer*, et ajoutées aux quinze constellations de *Ptolémée*. *Lacaille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1752, pl. 20.

Cette constellation est une de celles qui ne se montrent jamais sur notre horizon : les étoiles dont elle se compose ont une déclinaison méridionale trop grande pour pouvoir jamais se lever à notre égard.

PHONIQUE (Centre). *Voyez* CENTRE PHONIQUE.

PHONOCAMPTIQUE. (Centre). *Voyez* CENTRE PHONOCAMPTIQUE.

PHONOROMIE. Quelques physiciens ont donné ce nom à la science du mouvement des solides et des fluides. Elle embrasse la dynamique, la statique, l'hydraulique et l'hydrostatique.

PHOSPHORE. Le phospore est un corps solide, demi-transparent, légèrement brillant, d'une consistance analogue à celle de la cire, se ramollissant à une température de quelques degrés au-dessus de zéro, ductile à 25 degrés du thermomètre; il se casse au moindre effort qu'on fait pour le plier, surtout au-dessous de zéro; et il présente une cassure vitreuse, brillante et quelquefois un peu lamelleuse.

Il a reçu le nom de phosphore, qui signifie porte-lumière, parce que c'est celui de tous les corps lumineux qui, en répandant le plus d'éclat, conserve aussi plus long-temps cette propriété qu'il a reçue de la nature, tandis qu'elle est accidentelle aux autres corps phosphorescens.

C'est le hasard, le père des découvertes, qui a présidé à celle du phosphore, faite par *Brandt*, en 1677, tandis qu'il s'occupoit de recherches relatives à la pierre philosophale. *Kunckel* sachant seulement qu'on fabriquoit le phosphore avec l'urine, dirigea vers cet objet toute son activité, et parvint à obtenir du phosphore auquel on donna long-temps le nom de phosphore de *Kunckel*. *Boyle* a décrit dans les *Transactions philosophiques* de 1680, un procédé qu'il avait employé avec succès pour la fabrication du phosphore. *Krafft* inséra celui qu'il avoit acheté à *Brandt*, dans un traité des phosphores de *Commines*, publié dans le *Mercure* de juin 1683. Cette opération resta néanmoins ensevelie dans l'oubli jusqu'au moment où un étranger ayant vendu, en 1737, au gouvernement français un procédé pour la fabrication du phosphore, l'académie des sciences nomma des commissaires qui en constatèrent la bonté. *Rouelle* et *Margrass* s'occupèrent ensuite de cette fabrication; mais la difficulté qu'on avoit à obtenir le phosphore, fit qu'il n'exista longtemps dans les laboratoires qu'en très-petite quantité. *Gahn* et *Scheel* firent, en 1774, une importante découverte qui rendit le phosphore beaucoup moins rare, en montrant que l'acide d'où on le retiroit étoit contenu abondamment dans les os des animaux, et en donnant des procédés faciles pour le séparer de ces parties animales solides.

La pesanteur spécifique du phosphore est à peu près à celle de l'eau distillée comme 20332 est à 10000. Il jouit d'une saveur âcre et désagréable; il a une odeur d'ail très-sensible; il crystallise ou en aiguilles, ou en lames micacées, ou en octaèdres alongés.

Le phosphore ne souffre presque pas d'altération par le contact du fluide lumineux; il le réfracte dans une raison plus forte que celle de sa densité; et alors il se colore en rouge et devient ductile, s'il étoit cassant. Le calorique détermine un changement d'état dans le phosphore: à 25 degrés de température, il est très-mou et ductile; à 32 du thermomètre de *Réaumur*, il est fondu, coulant, transparent comme une huile blanche. Si on le laisse refroidir lentement après l'avoir fondu, il prend la forme crystalline; lorsque sa surface est devenue solide, si on la brise, et si l'on fait écouler la portion encore fluide qui est au-dessous, on trouve l'intérieur tapissé d'aiguilles prismatiques ou de crystaux octaèdres alongés. A 76 degrés, il se réduit en vapeurs; à 86, il commence à se rassembler en gouttes dans le bec de la cornue,

où on le chauffe avec de l'eau. Si on le chauffe sans eau, dans une cornue de grès, en y plongeant un thermomètre de *Réaumur*, gradué jusqu'à ébullition du mercure, on le voit bouillir à 232 degrés de cette graduation; et alors les gouttes se succèdent sans interruption par le bec de la cornue.

Si l'on plonge du phosphore dans du gaz oxigène bien pur, il n'y éprouve aucune altération, et n'y présente ni fumée visible pendant le jour, ni clarté pendant la nuit : ainsi il ne se brûle point à froid dans le gaz oxigène; mais si, lorsqu'il est fondu, on le met en contact avec ce gaz, il s'allume au moment même du contact, et répand une clarté éblouissante accompagnée du dégagement d'une grande quantité de calorique. L'oxigène perd sa fluidité aériforme, et se combine avec le phosphore, qu'il fait passer à l'état d'acide phosphorique.

Si l'on plonge du phosphore dans l'air atmosphérique, même à une température de quelques degrés au-dessous de zéro, on voit, pendant le jour, le phosphore s'envelopper d'une fumée blanche; elle se change, pendant la nuit, en une vapeur lumineuse d'un blanc verdâtre, qui ne disparoît que lorsque la dernière molécule du phosphore s'est dissipée dans le sein de l'atmosphère. Si l'on fait cette expérience sous une cloche où l'air se renouvelle lentement par des ouvertures latérales, en plaçant le phosphore sur un entonnoir supporté par un flacon, l'acide qui se forme et qui se dissout peu à peu par l'eau atmosphérique qu'il attire, se rassemble dans le flacon : c'est de l'acide phosphoreux différent de celui qu'on obtient lorsqu'on fait brûler du phosphore fondu dans le gaz oxigène.

Le phosphore ne brûle dans l'air atmosphérique qu'en vertu du gaz oxigène qu'il contient : d'où il suit qu'on peut employer le phosphore dans l'analyse de l'air. Il suffit pour cela d'introduire dans un tube bouché à une de ses extrémités, et soutenu par l'autre qui est évasée, sur la planche d'une cuve à mercure, une mesure exacte de l'air qu'on veut soumettre à l'analyse; on y porte un bâton de phosphore adapté à l'extrémité d'une tige de verre, et on l'y laisse jusqu'à ce qu'on ne voie plus de fumée blanche pendant le jour, ou de clarté pendant la nuit : alors on retire le phosphore, et l'on mesure par la diminution obtenue la quantité de gaz oxigène disparu. Ce moyen eudiométrique n'est pas exact, pour des raisons que nous avons fait connoître, article *Eudiomètre*. (*Voyez* Eudiomètre.)

La propriété qu'a le phosphore de brûler et de se consumer ainsi peu à peu dans l'air atmosphérique, à toutes les températures qui existent dans nos climats, nécessite la précaution de le tenir dans des flacons bien bouchés et remplis d'eau bouillie, lorsqu'on veut le conserver : encore même éprouve-t-il toujours quelqu'altération à sa surface par le peu d'air que cette eau absorbe lorsqu'on débouche le vase. Il devient d'abord blanc, opaque et comme farineux, tandis que l'eau prend les caractères d'acide phosphoreux : la surface du phosphore, ainsi altérée, forme ce qu'on appelle de l'oxide de phosphore.

Lorsqu'on élève au-dessus de 40 degrés la température du phosphore plongé dans l'air atmosphérique, sa combustion devient rapide; elle est

accompagnée de scintillation, de fusion et de bouillonnement du phosphore, d'une clarté éblouissante et d'une très-forte chaleur; et au lieu d'acide phosphoreux, on obtient de l'acide phosphorique, comme dans le gaz oxigène.

On ne peut d'abord voir sans surprise le phosphore n'éprouver aucune espèce de combustion dans le gaz oxigène, à moins qu'il ne soit bien échauffé, tandis qu'il brûle, quoique lentement, dans l'air commun, à des températures voisines de la glace. Cela vient de ce que le phosphore ne peut brûler lentement et passer à l'état d'acide phosphoreux dans le gaz oxigène, qu'après avoir été dissous dans un autre gaz, ou qu'autant que le gaz oxigène est mêlé d'un autre fluide aériforme, qui peut d'abord dissoudre le phosphore. Ainsi, lorsqu'on plonge du phosphore dans l'air atmosphérique, il commence d'abord par se dissoudre dans le gaz azote; et ce n'est que dans cet état de dissolution qu'il a la propriété de brûler lentement, en absorbant de l'oxigène.

Le phosphore et l'hydrogène exercent l'un sur l'autre une action réciproque. Si on laisse du phosphore plongé dans du gaz oxigène, il se dissout une petite portion du premier dans le second, et il se forme du gaz hydrogène phosphoré qui est distingué par des propriétés particulières. (*Voy.* Gaz hydrogène phosphoré).

PHYSIQUE. C'est la science de la nature, le mot nature désignant l'assemblage de tous les corps qui composent l'univers. (*Voy.* Science et Nature.)

Cette définition ne caractérise pas la physique; elle est commune à toutes les sciences naturelles : il existe néanmoins entre elles une différence qu'il importe d'apprécier. Pour y réussir, remontons à l'époque de l'origine des sciences.

Lorsque les anciens ont voulu se livrer à l'étude de la nature, ils ont d'abord été effrayés par l'immensité du terrain qu'ils avoient à défricher. Aux mouvemens de la surprise et de la crainte ont bientôt succédé les conseils de la sagesse. Elle leur a inspiré de se partager le travail pour en assurer le succès, de multiplier, pour ainsi dire, les ateliers sur le vaste champ qu'ils avoient à parcourir, afin d'en faciliter la culture. Dès-lors les uns se sont chargés d'étudier les corps sous le rapport de leurs propriétés, et l'on a appelé *physique* cette branche de la science de la nature. Les autres se sont occupés de décomposer les corps, et de les recomposer ensuite avec les élémens qui résultent de leur décomposition : on a nommé *chimie* cette partie de la science de la nature. Les corps offrent des caractères distinctifs puisés dans des qualités extérieures, telles que la forme, la cassure, la couleur, etc., etc. La science de la nature considérée sous ce dernier rapport porte le nom d'*histoire naturelle*.

La physique a donc pour objet les propriétés des corps. (*Voyez* Propriété.) La chimie en étudie les principes élémentaires; l'histoire naturelle observe, pour ainsi dire, leur physionomie. Le naturaliste s'occupe, il est vrai, de quelques propriétés des corps; mais il se borne toujours à en constater l'existence, et laisse au physicien le soin d'en apprécier les causes et les effets.

Cette division de la science de la nature si utile dans le principe a fini par nuire à son avancement. Tant que les sciences naturelles ont été isolées et parfaitement indépendantes, elles ont été réduites à un état de foiblesse et de langueur. Leurs progrès rapides datent de l'heureuse époque où elles ont réuni leurs richesses respectives pour former un trésor commun qui servît à l'avantage de chacune.

Pour bien connoître les propriétés des corps, il faut les isoler, pour ainsi dire; les examiner chacune séparément; distinguer avec soin celles qui forment en quelque sorte le cortège naturel de la matière, et dont il est impossible de la dépouiller, de celles qui l'accompagnent exclusivement dans certains états, dans certaines circonstances, et qu'on pourroit lui enlever sans anéantir son existence. Les premières sont communes au même degré à tous les corps de la nature; les secondes sont particulières, ou du moins variables; elles caractérisent certains corps: de là la division bien fondée de la physique en *physique générale* et en *physique particulière*. La première se compose de principes généraux qui reposent sur des faits bien observés, sur des expériences bien faites; la seconde se compose de principes particuliers à chaque branche de physique, mais dont l'existence est étroitement liée à celle des principes généraux de la science.

Ces considérations font déjà entrevoir la route qu'on doit suivre dans l'étude et dans l'enseignement de la physique.

Des études préliminaires doivent préparer celle de la science de la nature. Elle exige principalement la connoissance élémentaire des mathématiques; et les progrès qu'on fait dans l'étude de la physique sont toujours d'autant plus rapides qu'on manie avec plus de facilité la géométrie et l'analyse.

Cette condition une fois remplie, c'est sur les principes généraux de la physique qu'il importe d'abord de fixer son attention. Ces principes sont les lois et les phénomènes de l'inertie, les lois et les phénomènes de la gravité considérée soit dans les grandes masses, soit dans les molécules élémentaires; l'expérience et la géométrie servent également à en constater l'existence.

Quant aux expériences, il ne faut pas se borner à en lire la froide description dans les livres dont on adopte l'usage. Il est nécessaire de connoître la construction des machines; de se familiariser avec les appareils; d'apprendre en un mot à interroger soi-même la nature lorsque les circonstances le commandent. Les lois données par la géométrie ne seront pas toujours d'accord avec celles que donne l'expérience. Il sera aisé de saisir la raison de cette différence, qui, une fois bien sentie, démontre la nécessité de recourir à l'expérience lorsqu'on veut étudier la nature.

Cette étude des principes généraux de la physique est longue, difficile, fatiguante; n'importe. Celui qu'anime véritablement le désir de faire des progrès dans la physique se roidit contre tous ces obstacles; et lorsqu'ils ont cédé à l'activité de ses efforts, il se trouve abondamment dédommagé de son travail et de sa peine; il sent la sphère de son intelligence en quelque sorte s'aggrandir. Ces principes

concentrés dans son esprit y forment une espèce de foyer, d'où jaillissent mille traits de lumière qui vont éclairer pour lui toutes les branches de la physique. Il combine les lois de l'inertie avec celles de la gravitation; et cette combinaison lui fait soulever avec facilité le voile qui couvre le mécanisme du système planétaire. Il combine les lois de l'inertie avec celles de l'attraction moléculaire, et cette combinaison lui dévoile la cause de la plupart des phénomènes qui nous frappent chaque jour d'admiration ou de surprise.

On a encore divisé la physique en *physique expérimentale* et en *physique systématique*, comme s'il pouvait exister de physique sans expériences; comme si elle pouvoit jamais consister dans des conceptions ingénieuses, le plus souvent imaginaires. On l'a divisée en *physique proprement dite et en physique improprement dite;* divisions frivoles qui ne servent qu'à surcharger la science de mots vagues et insignifians.

Mais telle est la destinée de la plupart des hommes qu'ils se laissent séduire même dans la carrière des sciences par l'attrait d'une apparente nouveauté, surtout lorsque les vérités qu'on leur donne comme nouvelles se montrent dépouillées de ce cortège de preuves rigoureuses qui commandent, pour être entendues, la fatigue de la réflexion. C'est sans doute ce qui décida, dans des temps non reculés, la chute précipitée de la physique des anciens, et son remplacement par une physique désignée sous le nom *d'expérimentale*, qui n'offroit d'autre avantage que celui d'une malheureuse facilité; mais n'en doutons point, le triomphe de l'erreur n'est jamais qu'un triomphe momentané. Bientôt la véritable physique recouvrera son intégrité et sa splendeur; bientôt disparaîtront ces divisions trop nombreuses de la science de la nature, qui, par une fatalité inexplicable, semblent se multiplier encore dans un temps où le perfectionnement des sciences sollicite leur concentration; bientôt nous verrons s'évanouir ces frivoles dénominations de physique expérimentale et de physique systématique, de physique proprement dite et de physique improprement dite, que la raison rejette, que la nature désavoue; et la physique dégagée de toutes ces superfluités qui ne servent qu'à en hérisser les avenues, ne présentera plus qu'une grande masse de faits donnés par l'expérience, et enchaînés entr'eux par le double lien de la théorie et du calcul.

PIED DE CHÈVRE. C'est une espèce de pince de fer, un peu recourbée et refendue par le bout. Les charpentiers, maçons et autres ouvriers l'emploient pour remuer leurs pièces de bois, leurs pierres et autres semblables fardeaux.

Le pied de chèvre agit ordinairement comme levier, tantôt du premier, tantôt du second genre. Après avoir engagé la pince de l'instrument sous le fardeau qu'on se propose de soulever, on fait porter le coude sur quelque corps dur, et en appuyant sur le bout, on élève le fardeau. Dans ce cas le pied de chèvre fait l'office du levier du premier genre, puisque le point d'appui se trouve situé entre la puissance et la résistance. Si l'on trouve l'instrument de manière que la pince appuie sur le terrain, en poussant vers le fardeau, on le soulève encore, mais alors c'est un levier du second

genre, puisque la résistance se trouve placée entre le point d'appui et la puissance. (*Voyez* LEVIER).

PIERRE DE BOLOGNE. Sulfate de baryte, dont la forme est globuleuse, et qui est ordinairement strié du centre à la circonférence.

Pour donner à ces sulfates la propriété phosphorique, on choisit ceux d'entr'eux qui sont les plus purs, les plus friables, les plus pesants, enfin qui s'effeuillent lorsqu'on les rompt. On fait rougir ces sulfates dans un creuset; on les réduit en poudre très-fine dans un mortier de verre ou de porphyre; on forme de cette poudre une pâte avec du mucilage de gomme adragante, et on en fait des gâteaux minces, qu'on fait bien dessécher à l'aide d'une grande chaleur. On allume du charbon dans un fourneau de reverbère ordinaire, qu'on emplit à peu près jusqu'aux trois quarts de sa hauteur; on pose les gâteaux à plat sur ces charbons; on achève d'emplir le fourneau avec du charbon noir; on le couvre de son dôme dont le tuyau doit rester ouvert, et on laisse consumer tout le charbon, et même refroidir le fourneau.

Dans cette opération, le sulfate de baryte se décompose à l'aide du charbon qui, enlevant son oxigène à l'acide sulfurique, fait passer le sulfate de baryte à l'état de sulfure de baryte; alors il devient phosphorescent, c'est à dire qu'il suffit de l'exposer un instant à la clarté du jour sans l'exposer à l'influence directe des rayons solaires, pour lui faire acquérir la propriété de luire dans l'obscurité. Cette phosphorescence qui n'est accompagnée d'aucune chaleur sensible, diminue peu à peu et finit par devenir nulle; mais on fait recouvrer au sulfure la même propriété en l'exposant de nouveau à la clarté du jour.

Les pierres de bologne conservent pendant deux, trois ou quatre ans leur propriété phosphorique, suivant qu'on les expose plus ou moins souvent à la clarté du jour; mais quand elles ont perdu leur vertu, on peut aisément la leur rendre en les faisant repasser à l'état de sulfure par les procédés que nous avons décrit.

PIERRES. Ce sont des corps durs, composés principalement de substances terreuses ou alcalines, et quelquefois d'oxides métalliques qui leur donnent la couleur qui les distingue. Les pierres diffèrent entr'elles par la proportion de leurs principes constituans, et c'est ce qui fait varier leurs diverses propriétés, telles que la forme, la dureté, la pesanteur, la fusibilité, etc.

Propriétés physiques des pierres.

Les propriétés physiques qu'on observe dans les substances pierreuses sont les suivantes: 1°. la pesanteur spécifique; 2°. la dureté; 3°. la transparence ou l'opacité; 4°. la réfraction double ou simple; 5°. l'électricité; 6°. le magnétisme; 7°. la couleur; 8°. la saveur et l'odeur: je dirai un mot de chacune de ces diverses propriétés.

Pesanteur spécifique.

On ne parloit autrefois de la pesanteur spécifique des pierres, que comme d'un objet de pure curiosité. C'est au célèbre Buffon qu'on doit de l'avoir présentée comme un caractère essentiel, qui peut servir à éloigner ou à rapprocher les espèces dans les pierres; dès lors leur pesanteur spécifique a fixé l'attention des savans; et aujourd'hui il est généralement

reconnu que deux pierres différentes par la couleur, la transparence, la forme extérieure, le grain ou la cassure, sont de la même espèce, ou se rapprochent singulièrement par leur nature, si leur pesanteur spécifique est la même; tandis que celles qui ont d'ailleurs plusieurs traits de ressemblance sont réellement de diverses espèces, s'il existe, entre leurs pesanteurs spécifiques, une assez grande différence. Il y a néanmoins une limite dans ce rapprochement de la pesanteur, propre à faire reconnoître ou l'identité ou la dissemblance des pierres, comme il y en a entre tout l'ensemble des pierres et celui des substances métalliques. La pesanteur spécifique de la pierre la plus légère est tout au plus à celle de l'eau, comme 12,492 est à 10000; et la pesanteur spécifique de la pierre la plus lourde est tout au plus à celle de l'eau, comme 44,161 est à 10,000.

Dureté.

La force de cohésion qui unit les molécules intégrantes des corps varie considérablement dans les différentes espèces de pierres; il en est dont la cohésion est si forte, que l'acier le plus dur ne peut les attaquer, et qu'on ne les use qu'avec peine avec le secours de la lime. Ces sortes de pierres détachent, par le choc brusque du briquet, des molécules de ce métal, qui, fortement échauffées, s'enflamment dans l'air, et se présentent sous la forme d'étincelles; de là vient le nom d'étincelantes ou de scintillantes qu'on a donné à ces pierres. Beaucoup d'autres se laissent entamer aisément par l'acier: on en trouve même qui sont presque molles, et qu'on broie avec facilité.

C'est la dureté qui donne aux pierres la propriété de prendre le poli; et comme la dureté est différente dans différentes pierres, il est visible que le poli dont les pierres sont susceptibles, doit présenter une série de nuances qu'on distingue, dans les arts, sous le nom de poli vif, poli brillant, poli fin, poli commun, etc.

Transparence.

Toutes les pierres sont transparentes dans leurs dernières molécules, et c'est surtout cette propriété qui les distingue des métaux qui sont entièrement opaques; mais la différente situation respective des molécules pierreuses fait varier singulièrement cette propriété; aussi distingue-t-on dans les pierres la transparence parfaite, celle qui est nuageuse, glaceuse, striée, la demi-transparence, l'opacité plus ou moins grande.

La transparence ne peut servir comme caractère distinctif des pierres, qu'en l'associant à plusieurs autres propriétés.

Réfraction.

Plusieurs pierres ont la propriété de faire éprouver au fluide lumineux une double réfraction, c'est-à-dire, de doubler l'image d'un objet regardé à travers deux de leurs faces opposées; et c'est à la structure intérieure ou à la position respective des lames qui les composent qu'est due cette propriété. (*Voyez* Réfraction.) Celles qui en jouissent peuvent être distinguées de celles qui ne l'ont pas, et qui cependant ont, avec les premières, d'autres traits de ressemblance.

Électricité.

Les pierres sont susceptibles d'acquérir la vertu électrique; les unes la

reçoivent par frottement ; les autres, par communication, en raison des matières métalliques qu'elles contiennent; plusieurs s'électrisent par la chaleur; enfin toutes celles qui sont susceptibles de poli s'électrisent par leur contact avec les substances résineuses. (*Voy.* sur cet objet l'article qui traite de l'ÉLECTRICITÉ par contact.)

Magnétisme.

Toutes les pierres sont susceptibles de recevoir la vertu magnétique. (*Voy.* MAGNÉTISME.) Mais cette propriété est variable à raison du plus ou moins de fer qu'elles contiennent ; on peut la rendre sensible ; on peut même mesurer son degré d'intensité, à l'aide d'un barreau aimanté, suspendu par son milieu sur un pivot, et rendu très-mobile par cette suspension.

Si l'on soumet différentes pierres à l'épreuve de l'expérience, il est aisé de reconnoître que la propriété magnétique ne se manifeste presque jamais que dans celles dont l'opacité et le grain annoncent un mélange plus ou moins imparfait, ce qui fait voir que c'est à des molécules de fer disséminées entre celles de la pierre, qu'il faut attribuer la cause du phénomène.

Couleur.

La couleur est dans les pierres une propriété accidentelle ; elle est due à des molécules étrangères à la nature de la pierre, qui peuvent n'y pas exister sans que la pierre perde aucune de ses propriétés essentielles, aucun de ses caractères distinctifs.

Saveur et Odeur.

La saveur et l'odeur sont nulles dans la plupart des pierres : il n'y a que quelques argiles et quelques silex qui laissent sur la langue une impression de fadeur particulière, qui peut servir à distinguer ces deux espèces. Il en est de même de l'odeur : elle ne se rencontre que dans les mêmes pierres ; il suffit de les imprégner de la vapeur chaude de l'haleine, pour qu'elles répandent cette odeur bien sensible d'alumine mouillée, qu'on appelle communément odeur de terre, et qui ne laisse aucun doute sur la propriété qu'a cette terre de s'élever dans l'air qui l'entraîne. On observe aussi une odeur fétide, analogue à celle du gaz hydrogène sulfuré, et très-différente de l'odeur terreuse proprement dite, dans quelques pierres mélangées.

Propriétés chimiques des pierres.

On désigne sous le nom de propriétés chimiques des pierres, tous les phénomènes qu'elles présentent lorsqu'on les traite par un procédé quelconque qui change leur composition, ou du moins qui modifie le mode d'union de leurs principes. Les moyens qui servent à opérer ces sortes de métamorphoses sont : 1°. l'action du feu seul ; 2°. l'action du feu avec l'addition des fondans ; 3°. l'action des acides.

Action du feu seul.

On connoît deux manières d'essayer les pierres au feu. La première consiste à les échauffer plus ou moins fortement et long-temps dans des creusets ; dans la seconde, on les traite au chalumeau, qui joint, à la facilité de pouvoir être transporté partout, l'avantage de permettre des essais sur de très-petits fragmens, de soumettre les pierres à l'action d'un feu violent,

relativement à la petite masse que l'on chauffe, et de donner un résultat presque toujours décisif pour la connoissance de l'espèce des pierres qu'on y expose.

Les morceaux de pierres traités ainsi au chalumeau, ou restent parfaitement inaltérables, ou perdent leur forme, leur dureté, leur transparence, etc.. Toutes ces nuances de phénomènes servent très-utilement à reconnoître et à estimer les différences des pierres que l'on soumet à cette épreuve.

Action du feu avec les fondans.

Il arrive souvent qu'une pierre qui ne souffre aucune altération lorsqu'on la présente seule à l'influence du calorique, en éprouve une plus ou moins considérable lorsqu'on la chauffe avec un alcali fixe. La manière dont chacune des pierres se comporte au feu lorsqu'on la traite avec divers fondans, sa fusion plus ou moins prompte, l'espèce de masse qui en résulte, opaque ou transparente, la couleur surtout qu'elle affecte, et qui dépend le plus souvent de la nature et de la proportion des matières métalliques qui y sont contenues, sont autant de caractères qu'on emploie utilement pour reconnoître et distinguer chaque espèce de ces composés.

Action des acides.

Lorsqu'on plaçoit parmi les pierres des substances salines, dont les bases sont des terres, on croyoit l'action des acides utile pour les caractériser, parce que souvent un acide plus fort, en chassant un plus foible, le dégageoit sous forme de gaz, et avec un mouvement écumeux qu'on appeloit effervescence. Mais aujourd'hui qu'on rapporte, avec raison, aux corps salins ces prétendues pierres effervescentes, il ne reste pour l'action des acides que deux effets qu'ils produisent sur les pierres, ou bien elles sont parfaitement inattaquables, ou bien elles se laissent plus ou moins promptement ramollir et fondre par ces dissolvans. Le plus souvent cette dernière altération n'a lieu qu'en laissant agir les acides lentement sur les pierres qui y sont plongées; ce qui fait que l'emploi des acides est spécialement approprié à l'analyse des pierres.

PIERRES TOMBÉES DU CIEL ou MÉTÉORITES. L'origine de ces sortes de pierres va se perdre dans l'obscurité des siècles. Mais pendant long-temps elles n'ont existé qu'aux yeux de la nature, et de quelques observateurs que le hasard avait rendus témoins oculaires de leur chute. Leur témoignage était repoussé avec une espèce d'indignation par la plupart des physiciens; et les êtres dont ils proclamoient l'existence étaient relégués dans la classe de ceux que l'imagination enfante et que la nature désavoue. Je donnerai un précis historique des *météorites*; j'exposerai ensuite les diverses conjectures qu'on a proposées sur leur formation du moment qu'il n'a plus été permis de douter de leur existence.

On trouve dans les écrits des philosophes de l'antiquité quelques traces de l'existence des *météorites*. *Tite-Live* fait mention de différentes pluies de pierre, tombées dans les environs du mont Albanus au voisinage de Rome. *Pline* rapporte qu'on voyoit encore de son temps une pierre d'une grosseur considérable qui était tombée en Thrace, près de la rivière d'Ægos-Potamos, la seconde année de la

soixante-dix-huitième olympiade (467 ans avant Jésus-Christ). Cette pierre était de la grandeur d'un chariot et de la couleur d'un corps brûlé; Les grecs croyoient qu'elle était tombée du soleil, et que *Anaxagore* avait annoncé plusieurs circonstances de sa chute : ce qui donne lieu à *Pline* de remarquer judicieusement que la prédiction auroit été plus miraculeuse que la chute de la pierre. Il existoit dans le gymnase d'Abydos, une pierre qui avoit la même origine que celle dont nous venons de parler : on en voyoit une troisième dans la ville de Cassandrie. Enfin *Pline* assure avoir vu lui-même une de ces pierres dans le pays des Vocónces qui habitoient la partie méridionale du Dauphiné.

La nature n'a pas souvent offert de semblables phénomènes depuis *Pline* jusqu'à l'année 1700; ou du moins ils n'ont pas été recueillis avec soin. Le seul dont on ait constaté l'existence est celui dont Ensisheim, en Alsace, a été le théâtre en 1492. La pierre qui tomba du sein de l'atmosphère pesoit deux cents soixante livres.

Lalande a consacré dans les *étrennes historiques de Bresse* année 1756, un fait qui a reveillé l'attention des physiciens sur l'existence des *météorites*. Dans le mois de septembre 1753, environ une heure après midi, le temps étant fort chaud et fort serein, on entendit un bruit semblable à deux ou trois coups de canon, qui retentit jusqu'à six lieues à la ronde. Ce fut à Pont-de-Vêle que le bruit fut le plus considérable. A Liponas, village qui est à trois lieues de là, on entendit un sifflement semblable à celui d'une fusée; et le même soir, on trouva à Liponas et à Pin, village près de Pont-de-Vêle, et qui est à trois lieues de Liponas, deux masses noirâtres, d'une forme presque sphérique, mais fort inégale, qui étoient tombées dans des terres labourées, où elles s'étoient enfoncées d'un demi pied, et dont une pesait environ vingt livres.

Lalande ajoute qu'un bruit semblable s'étoit fait entendre en Basse-Normandie le jour de Saint-Pierre 29 juin 1750, et qu'il était tombé à Niort, près de Coutances, une masse à peu près de la même nature que les précédentes. On voyoit à Dijon, dans le cabinet de *de Beost*, une de ces pierres, du poids de onze livres et demie.

De Borne s'exprime de la manière suivante dans son *lithophylacium*, page 125, en décrivant une substance minérale; « fer attirable, en grains brillans, dans une matrice verdâtre. On en trouve des morceaux qui pèsent depuis une jusqu'à vingt livres, épars aux environs de Plann, près de Tabor, dans le cercle de Béchin en Bohême. Ils sont revêtus d'une écorce noire comme une scorie » Et il ajoute : « Les gens crédules disent que ces fragmens sont tombés du ciel, le 3 juin 1753, au milieu des tonnerres ».

En 1769 trois naturalistes, habitant des contrées de la France assez distantes les unes des autres, *Bachelay* dans le Maine, *Gurson de Boyaval* dans l'Artois, et *Morand* dans le Cotentin, présentent à l'académie trois pierres tombées dans ces différentes contrées et à des époques différentes. Voici ce que l'historien de l'académie ajoute à la narration de ce faits. « L'académie est certainement bien loin de conclure de la ressemblance de ces trois pierres, qu'elles aient été apportées par le tonnerre : cependant la ressemblance des faits arrivés en trois endroits si éloignés,

la parfaite conformité entre ces pierres et les caractères qui les distinguent des autres pierres, lui ont paru des motifs suffisans pour publier cette observation, et pour inviter les physiciens à en faire sur ce sujet; peut-être pourroient-elles jeter de nouvelles lumières sur la nature de la matière électrique, et sur son action sur le tonnerre».

Izarn remarque très-bien, à ce sujet, dans sa *Lithologie atmosphérique*, où nous avons puisé la plupart des faits consignés dans cet article, que le rapport des commissaires de l'académie, chargés d'analyser la pierre de *Bachelay*, avoit été rédigé dans un esprit de prévention, parce qu'ils avoient considéré la pierre analysée, comme une pierre de tonnerre, tandis qu'ils auroient dû la regarder comme une substance ordinaire.

Le 24 juillet 1790, entre neuf et dix heures du soir, on vit paroître sur les landes de Bordeaux un globe de feu très-considérable qui fut aperçu depuis Dax jusqu'à Agen. Il étoit animé d'un mouvement assez rapide, qui lui fit parcourir un certain espace dans les régions atmosphériques, en laissant sur sa route des traces lumineuses de son existence. Bientôt après, une explosion formidable se fit entendre, et elle fut accompagnée d'une grêle de pierres qui tombèrent sur plusieurs points différens, et notamment sur Juillac, situé à quatre lieues au S. O. de Mezin.

Il résulte du procès-verbal qui fut dressé par le maire de cette commune, que les pierres tomboient dans quelques endroits, à la distance de dix pas les unes des autres: la plupart ne pesoient qu'un demi-quart de livre; plusieurs pesoient une ou deux livres. On assure qu'il y en avoit une du poids d'environ vingt-cinq livres, qui fut portée à Mont-de-Marsan; et l'on ajoute que *Carris*, député à l'assemblée nationale, avoit apporté à Paris plusieurs de ces pierres, dont deux pesoient vingt-cinq à trente livres.

Le curé de la Bastide envoya à son frère *Darcet* une de ces pierres, et l'accompagna d'une observation curieuse, qui consiste en ce qu'au moment où ces pierres tomboient, elles étoient dans un état de mollesse pâteuse. « Il y en a, dit-il, qui sont tombées sur des pailles, et ces pailles se sont attachées à ces pierres, et comme identifiées. J'en ai vu une de ce genre; elle est à la Bastide..... Celles qui sont tombées sur les maisons ne rendoient pas, en tombant, le son d'une pierre, mais celui d'une matière qui n'est pas encore bien compacte. »

Cette observation est confirmée par le procès-verbal du maire de Juillac, qui assure que la plus grande partie tombèrent doucement, et d'autres en sifflant avec rapidité. Il s'en est trouvé quelques-unes, mais en très-petit nombre, qui sont entrées dans la terre.

Howard a consigné dans les *Transactions philosophiques*, des faits à peu près semblables à ceux que nous venons de rapporter. Il y fait mention d'une douzaine de petites pierres tombées à Sienne en Toscane, le 9 juillet 1794; d'une pierre pesant cinquante-six livres, tombée dans le comté d'York, le 13 décembre 1795; de plusieurs pierres tombées à Bénarès dans les Indes, le 19 décembre 1798; enfin de plusieurs autres pho-

nomènes semblables, accompagnés de circonstances qui se reunissent pour en confirmer l'existence.

Des contrées voisines de Lyon ont offert, en 1798, le spectacle d'un phénomène atmosphérique semblable à ceux que nous venons de décrire, et dont *Drée* a consigné la description dans le *Journal de Physique* (floréal an 11). Voici comment il s'exprime à ce sujet :

« Le 22 ventôse an 6 (12 mars 1798), environ six heures du soir, par un temps calme et serein, un globe lumineux et extraordinaire attira vers l'orient les regards des habitans de la commune de Sales et des villages environnans, qui revenoient de leurs travaux; et bientôt son approche rapide et un bourdonnement effrayant, semblable à celui d'un corps irrégulier et creux qui traverseroit rapidement l'atmosphère, jeta tous les citoyens de cette commune dans la plus grande épouvante, surtout lorsqu'ils le virent passer au-dessus de leur tête, à très-peu d'élévation. Suivant leur rapport, ce globe laissoit après lui une longue traînée de lumière, et jetoit, avec un petillement presque continuel, de petites bleuettes de feu semblables, selon eux, à de petites étoiles. »

» Sa chute fut ensuite remarquée par trois ouvriers qui n'en étoient pas à cinquante pas. Ces trois témoins s'accordent à dire que ce corps arrivoit avec une rapidité étonnante, et qu'après sa chute, ils entendirent une espèce de bruissement partant de la place où il s'étoit enfoui. »

(Cette chute eut lieu dans une vigne près de la maison de *Pierre Crepier*, que la peur empêcha, de même que les trois témoins, d'aller reconnoître ce qui étoit tombé).

» Ce ne fut que le lendemain matin qu'il fut appelé par les témoins *Chardon* et *Lupoces*, qui avoient amené avec eux *Blandel*, adjoint de la commune de Sales, et plusieurs autres personnes. Ils se rendirent ensemble sur la place où ils avoient vu le globe s'enfoncer dans la terre ; là, au fond d'un creux fort évasé, de dix-huit pouces de profondeur, c'est-à-dire, de toute l'épaisseur de la terre végétale, ils trouvèrent une grosse masse noire, de forme ovoïde irrégulière, et, selon eux, semblable à une tête de veau. Elle étoit entièrement recouverte d'une croûte noire; elle n'étoit plus chaude ; elle avoit l'odeur de poudre à tirer; et ils remarquèrent aussi qu'elle étoit fendue en plusieurs endroits. Cette masse transportée chez *Crepier*, leur premier soin fut d'examiner la nature d'un objet si inattendu, et ce qu'il pouvoit renfermer. La pierre fut donc pesée et cassée sur-le-champ : son poids étoit d'environ vingt livres. «

Drée en a donné la description : sa surface est une croûte noire, vitrifiée, opaque, d'un quart de ligne d'épaisseur, qui fait feu sous le briquet; l'intérieur offre une matière terreuse, dure, de couleur gris de cendre, d'un tissu granuleux, dans laquelle sont disséminées différentes substances : 1°. du fer en grains, depuis le plus petit volume jusqu'à une ligne de diamètre et quelquefois plus; ce fer est un peu malléable, mais plus dur et plus blanc que le fer forgé; 2°. une pyrite blanche tirant un peu sur la couleur du nickel, tantôt lamelleuse et tantôt grenue; 3°. quelques globules de couleur grise, etc.

Vauquelin a fait l'analyse de cette pierre. Elle contient sur cent parties :

Silice.	46.
Oxide de fer.	38.
Magnésie.	15.
Nickel.	2.
Chaux.	2.
	103.

L'augmentation en poids a pour cause l'absorption de l'oxigène par le fer natif.

Il importe d'observer que le résultat de l'analyse de *Vauquelin* approche beaucoup de ceux qu'ont obtenus *Bournon* et autres, en analysant des pierres semblables.

Cette conformité de résultats dans l'analyse de différentes pierres atmosphériques, combinée avec un grand nombre de témoignages qu'*Izarn* a recueillis, examinés et discutés avec soin dans sa *Lithologie*, ne laissoit aucun doute sur l'existence des météorites, lorsque la nature nous en a offert une nouvelle preuve bien convaincante dans la chute des pierres météoriques qui a eu lieu dans le voisinage de la ville de l'Aigle en Normandie.

Marais, habitant de cette ville, donna, quelques jours après, une relation de ce phénomène, dans une lettre écrite à un de ses amis, qui fut communiquée à l'Institut, et publiée dans le *Journal de Physique* de prairial an 11. Il me paroît utile de la consigner dans cet ouvrage.

« Il vient de se passer, dans notre pays, un miracle assez surprenant; le voici sans y rien changer, augmenter ni diminuer; il est certain que c'est la vérité même. »

« Mardi dernier, 6 floréal (26 avril), entre une et deux heures après midi, nous fûmes surpris par un roulement qui étoit semblable au tonnerre : nous sortîmes et fûmes surpris de voir l'atmosphère assez net, à quelques petits nuages près; nous crûmes que c'étoit le bruit d'un cabriolet ou le feu qui étoit dans le voisinage. Nous fûmes alors dans le pré pour voir d'où ce bruit venoit, et nous vîmes tous les habitans du pont de pierre, qui étoient à leurs fenêtres et dans les jardins, demandant qu'est-ce que c'étoit qu'un nuage qui passoit dans la direction du sud au nord, d'où partoit ce bruit, quoique cependant ce nuage ne sembloit nullement extraordinaire; mais la surprise fut bien autre chose, lorsqu'on apprit qu'il étoit tombé de ce nuage, des pierres très-grosses et en grande quantité, parmi lesquelles il y en avoit de dix, onze et jusqu'à dix-sept livres, depuis l'habitation des Buats (demi-lieue au N. N. O. de l'Aigle) jusqu'à Glos, en passant par St.-Nicolas, St.-Pierre, etc., ce qui parut d'abord être une fable, mais qui par la suite s'est trouvé véritable. »

« Voilà comment s'expliquent tous ceux qui ont été témoins d'un événement aussi extraordinaire : ils entendirent comme un coup de canon, ensuite un coup double plus fort que le précédent, suivi d'un roulement qui a duré environ dix minutes, le même que nous entendîmes aussi accompagné de sifflemens causés par les pierres..... On n'entendit plus rien après; mais on a remarqué qu'avant le coup les poules eurent peur et les vaches mugissoient extraordinairement; tous les paysans furent effrayés..... : à la vérité on peut être effrayé à moins; car il ne seroit pas étonnant que l'histoire n'offrît pas d'exemple d'une pluie de pierres semblable à celle-ci. Le morceau que

voici part d'une grosse qui pesoit onze livres; on l'a trouvée entre les Buats et le Futay. On dit qu'un curieux a fait l'emplette d'une pesant dix-sept livres, pour l'envoyer à Paris. Chacun dans le pays est curieux d'en posséder une ou un morceau, comme étant un objet de curiosité. Les plus grosses ont été lancées si violemment, qu'elles sont entrées dans la terre au moins à un pied de profondeur : elles sont noires extérieurement et grisâtres intérieurement : il semble qu'il y ait dedans une espèce de métal..... Il en est tombé une près *M. Bois de la Ville*, qui demeure près de Glos; il ent beaucoup de peur, et se sauva sous un arbre. Il en a trouvé une grande quantité de différentes grosseurs dans sa cour, ses blés, etc., sans compter toutes celles que les paysans ont trouvées ailleurs. »

« La personne qui m'a donné la plus grosse des pierres que je t'envoie, fut pour la ramasser aussitôt qu'elle fût tombée; mais elle était si chaude qu'elle la brûla : plusieurs de ses voisins se brûlèrent de même en la voulant ramasser ».

« *Le Buat* l'aîné vient d'arriver, et nous faire ajouter qu'on a vu un globe de feu planer sur la prairie ».

Bientôt après la publication de cette lettre *Biot* fut chargé par le gouvernement de se transporter sur les lieux pour recueillir toutes les circonstances relatives à ce phénomène. Voici le résultat de son voyage, tel qu'il se trouve dans sa lettre adressée au ministre de l'intérieur et publiée dans différens journaux.

« En partant de Paris le 7 messidor, dit *Biot*, je n'allai pas directement à l'Aigle. Si l'explosion avoit été aussi violente qu'on l'annonçoit, elle devoit s'être fait entendre à une grande distance. J'allai d'abord à Alençon, à quinze lieues O. S. O. de l'Aigle. Chemin faisant j'appris que l'on avoit vu un globe de feu se diriger vers le nord. Une explosion violente avoit suivi cette apparition; c'était le 6 floréal an 11 à une heure aprés midi..... A Alençon on n'avait rien entendu, sans doute à cause du bruit ordinaire d'une grande ville.

D'Alençon je me rendis à l'Aigle, en parcourant les villages, conduit par le récit des habitans : tous avoient entendu le météore au jour et à l'heure indiqués.....Ce n'est pas à l'Aigle même que le météore a éclaté; c'est à une demi lieue de là : j'ai vu les traces effrayantes de ce phénomène, j'ai parcouru tous les lieux où il s'est étendu; j'ai rassemblé et comparé les recits des habitans; enfin j'ai trouvé les pierres elles-mêmes sur la place, et elles m'ont offert des caractères physiques qui ne permettent pas de douter de la réalité de leur chute. Les plus grosses de ces pierres, lorsqu'on les casse, exhalent encore une odeur sulfureuse très-forte dans leur intérieur; celle de leur surface a disparu, et les plus petites n'en exhalent point qui soit sensible. Vingt hameaux dispersés sur une étendue de plus de deux lieues carrées, dont presque tous les habitans se donnent pour témoins oculaires, attestent qu'une épouvantable pluie de pierres a été lancée par le météore etc. etc. ».

Voici la description du météore telle que *Biot* l'a donnée, d'après l'ensemble des témoignages qu'il a recueillis.

« Le mardi 6 floréal an 11 vers une heure après midi, le temps étant serein, on apperçut de Caen, de Pont-Audemer et des environs d'Alen-

çon, de Falaise et de Verneuil, un globe enflammé d'un éclat très-brillant, et qui se mouvoit dans l'atmosphère avec beaucoup de rapidité : quelques instans après, on entendit à l'Aigle et aux environs de cette ville, dans un arrondissement de plus de trente lieues de rayon, une explosion violente qui dura cinq ou six minutes. Ce furent d'abord trois ou quatre coups semblables à des coups de canon, suivis d'une espèce de décharge qui ressembloit à une fusillade; après quoi on entendit comme un épouvantable roulement de tambour. L'air était tranquille et le ciel serein, à l'exception de quelques nuages comme on en voit fréquemment ».

« Ce bruit partoit d'un petit nuage qui avoit la forme d'un rectangle dont le grand côté étoit dirigé est-ouest. Il parut immobile pendant tout le temps que dura ce phénomène; seulement les vapeurs qui le composoient s'écartoient momentanément de différens côtés par l'effet des explosions successives. Ce nuage se trouve à peu près à une demi lieue au N. N. O. de la ville de l'Aigle; il étoit très-élevé dans l'atmosphère, car les habitans de deux hameaux éloignés d'une lieue l'un de l'autre, le virent en même temps au-dessus de leurs têtes. Dans tout le canton sur lequel ce nuage planoit, on entendit des sifflemens semblables à ceux d'une pierre lancée par une fronde, et l'on vit en même temps tomber une multitude de masses minérales, exactement semblables à celles que l'on a désignées par le nom de pierres météoriques ».

« L'arrondissement dans lequel les pierres ont été lancées, forme une étendue elliptique d'environ deux lieues et demie de long, sur une à peu près de large, la plus grande dimension étant dirigée du S. E. au N. O. par une déclinaison d'environ 22 dégrés. Cette direction que le météore a dû suivre est précisement celle du méridien magnétique, ce qui est un résultat remarquable. Les plus grosses pierres sont tombées à l'extrémité S. E. du grand axe de l'ellipse; les moyennes sont tombées au milieu, et les plus petites à l'autre extrémité. Il paroît par là que les plus grosses sont tombées les premières, ce qui est assez naturel. La plus grosse de toutes celles qui sont tombées pèse dix-sept livres et demie : la plus petite que j'aie vue pèse environ deux gros (c'est la millième partie de la précédente). Le nombre de toutes celles qui sont tombées est certainement au-dessus de de deux ou trois mille ».

Sage a comparé ces pierres à celles de Villefranche et d'Ensisheim, et il a trouvé qu'elles avoient entr'elles la plus exacte ressemblance. Il résulte des expériences qu'il a faites sur les *météorites*, que ces pierres sont composées de fer natif, de nickel sulfaté, de quartz ou de silice, d'alumine et de magnésie. Il ajoute que s'il n'indique pas précisément les proportions de chacune de ces substances, c'est que celles du fer et du nickel varient. Le quartz paroît former constamment au moins la moitié des *météorites*, l'alumine et la magnésie, le sixième. (Journal de physique au 11 juin 1803 pag. 72).

Conjectures sur la formation des météorites.

L'existence des *météorites* une fois bien constatée, il étoit naturel de s'occuper du méchanisme de leur formation. Différens physiciens ont pro-

posé sur cet objet différentes conjectures.

Chladni suppose qu'il existe dans les espaces célestes certaines accumulations de matière dense, indépendantes des grands corps planétaires, qui, mises en mouvement par quelque force de projection, ou par quelque attraction, continuent à se mouvoir en ligne droite, jusqu'à ce qu'elles arrivent au voisinage de la terre ou de quelqu'autre corps qui, par son attraction supérieure, décide leur chute à sa surface. Par leur vitesse excessive, augmentée encore par l'attraction de la terre, et par le frottement violent que ces masses éprouvent, de la part de l'atmosphère qu'elles traversent, il doit naître, dit-il, beaucoup d'électricité, et beaucoup de chaleur, de manière que bientôt elles deviennent incandescentes : alors elles se fondent, et il se dégage plusieurs sortes de gas qui font boursouffler la masse jusqu'à un volume considérable, et finissent quelquefois par la faire voler en éclats.

Cette explication est ingénieuse, et elle seroit plausible, si elle ne supposoit des circonstances tout à fait contraires à celles qui réellement accompagnent le phénomène. *Chladni* suppose que le frottement fait naître l'incandescence et conséquemment la clarté qui, alors, ne devroit avoir lieu que vers la fin de la chute du météore ; tandis que suivant l'observation, le météore est lumineux au commencement de sa chute ; il cesse de l'être quand il est parvenu dans les régions atmophériques moyennes, et alors il y a détonation.

Cette considération est importante, et elle suffit pour écarter toute hypothèse qui tend à placer hors de notre atmosphère l'origine des *météorites*.

Quelques physiciens pensent que les *météorites* ne sont qu'une concretion de molécules très-divisées de soufre, de fer, de nickel, de silice, etc. dissoutes dans l'atmosphère, et abandonnées ensuite par leur dissolvant à leur attraction réciproque, à laquelle elles obéissent pour former des masses solides qui se précipitent. Mais dans cette hypothèse comment expliquer le dégagement de lumière et surtout la détonnation violente qui, dans aucun cas, ne paroît pouvoir résulter d'un simple jeu d'attraction d'aggrégation ?

Patrin a été conduit par ses nombreuses recherhes sur la structure du globe terrestre, à penser qu'il existe une circulation habituelle de divers fluides gazeux qui passent de la terre à l'atmosphère et de l'atmosphère à la terre. Ces masses de gaz hétérogènes, lancées dans l'atmosphère, et parvennes à une certaine élévation, la parcourent avec rapidité, et dans une direction à peu près horizontale. Dans les régions qu'elles traversent, l'électricité est abondante : elles s'électrisent donc très-fortement dans leur course, à la manière des nuages ; et trouvant, à chaque pas, une infinité de molécules non-électrisées, il se fait dans toute leur surface une multitude de petites détonnations qui enflamment successivement les molécules combustibles, dont une partie reste en arrière, et forme la trace lumineuse de ces météores. A mesure que les détonnations successives ont lieu, la combinaison des molécules gazeuses s'opère ; mais dans l'instant même où ces nouveaux composés pourroient passer à l'état solide, par la perte de leur calorique, ils sont réduits à l'état de vapeurs coercibles par la portion de gaz

lorique qu'ils reçoivent des détonations voisines : cependant ce calorique se dissipe bientôt ; la masse se resserre et quitte la direction horizontale pour prendre la parabole qu'elle décrit dans sa chute. Cette masse étant fortement électrisée, il y a détonnation lorsqu'elle approche de la surface de la terre ou de quelque nuage non électrisé, et cette détonnation n'est plus successive et partielle comme dans les premiers instans de l'existence du météore ; elle est subite dans toute la masse à cause du rapprochement de ses molécules. Dans ce même instant s'opère et la combinaison des substances qui sont encore à l'état de gaz, et la condensation des parties qui sont à l'état de simples vapeurs ; le tout se réunit par l'effet des attractions mutuelles, et tombe sous la forme de masses solides.

Izarn pense que les *météorites* n'existent dans l'atmosphère que dans leurs élémens, c'est-à-dire à l'état de gaz. Lorsque par des circonstances favorables, les masses gazeuses se trouvent transportées d'un milieu qui les isoloit dans un milieu susceptible de se combiner avec elles, le dégagement de lumière doit avoir lieu, si la combinaison commence. A mesure qu'elle s'effectue, les pesanteurs spécifiques changent, et le déplacement commence ; il doit se faire par le côté qui oppose le moins de résistance, et conséquemment plutôt vers le midi que vers le nord. Le mouvement une fois imprimé, la masse traverse d'autres milieux qui peuvent fournir de nouveaux principes, lesquels ajoutant encore à la pesanteur, déterminent la courbe ; et lorsqu'enfin les principes qui sont en jeu, et qui se réunissent de toutes parts, sont parvenus à cette proportion qui doit faire disparoître les élémens pour donner naissance au composé, l'opération principale est annoncée par la détonation, et le produit prend place parmi les solides. (*Voyez* la lithologie atmosphérique, page 360).

Enfin, le professeur *Proust*, profitant des lumières que lui a fournies l'analyse d'un météorite, pense que ces sortes de pierres se composent d'élémens que l'atmosphère ne peut ni créer, ni conserver en dissolution : ce qui le conduit à conjecturer qu'elles appartiennent originairement à cette immense portion de la terre qui environne les pôles. Il présume qu'après avoir été arrachées par une cause violente à leur inertie primitive, elles parcourent les plaines de l'atmosphère, enveloppées dans le tourbillon d'un météore inconnu qui partage leur mouvement, qui les soutient contre leur propre poids, et qui ne les abandonne jamais sans leur avoir imprimé cette dégradation qui porte l'empreinte d'une explosion électrique. (*Journal de physique*, ventôse an 13).

Ces différentes explications ne peuvent être regardées que comme des conjectures qui ont besoin d'être fortifiées par de nouvelles observations, par de nouvelles expériences, enfin par l'examen sévere de toutes les circonstances qui peuvent accompagner ces sortes de phénomènes : c'est donc au temps qu'il faut nous en rapporter pour les confirmer ou les détruire.

PILE ÉLECTRIQUE ou PILE DE VOLTA. Cette pile représentée par la *fig.* 120, *pl.* 16, se compose ordinairement de disques d'argent ou de cuivre de quelques millimètres d'épaisseur et d'environ 3 cen-

timètres de rayon. Sur chacun de ces disques, qui sont ici désignés par la lettre *a*, repose un disque de zinc indiqué par la lettre *z*; et chaque couple de disques, qu'on regarde comme un des élémens de la pile, est séparé par un conducteur humide *c*, fait de carton ou de drap imbibé d'une solution saline, et dont le diamètre ne doit jamais excéder celui des disques métalliques.

Cette colonne repose sur un disque de bois dont le diamètre est à peu près double de celui des disques de métal. Du centre de ce disque de bois on décrit un cercle dont le rayon est à celui du disque à peu près dans le rapport de 1 à 2; dans le cercle on inscrit un triangle équilatéral, et au sommet de chaque angle du triangle on fixe une tige de verre. Les trois tiges réunies servent d'appui à la pile, et l'empêchent de s'écrouler.

Volta a construit un autre appareil connu sous le nom de *couronne* à tasse. (*Voyez* Couronne à tasse), avec deux métaux différens, argent ou cuivre et zinc, qui plongent dans des bocaux remplis de dissolutions salines. Les extrémités plongées sont maintenues à distance; celles qui excèdent le bocal sont en contact immédiat. Ces deux appareils ne diffèrent que par la forme. Chacun d'eux présente l'assemblage de plusieurs couples de métaux hétérogènes, séparés les uns des autres par une substance humide; il importe néanmoins d'observer que la pile agit avec plus de force et d'énergie.

Plusieurs physiciens se sont occupés d'augmenter les effets de la pile, et le premier moyen qu'ils ont mis en usage consiste à multiplier le nombre des couples métalliques. La hauteur des colonnes portée jusqu'à cent couples présenta plusieurs inconvéniens, dont le plus grave étoit la grande pression exercée sur les rondelles de drap mouillé interposées entre les couples métalliques inférieurs. On obvia à cet inconvénient en divisant la pile en deux ou trois colonnes qui communiquent ensemble dans un ordre qui ne contrarie pas la disposition de leurs parties. L'effet total est double ou triple de celui qu'auroit produit chaque colonne isolée.

Le second moyen imaginé pour donner à la pile plus d'activité et d'énergie consiste à donner aux disques beaucoup de surface; mais l'expérience a appris que la grandeur des disques n'a aucune influence ni sur la décomposition de l'eau, ni sur la force des commotions, qui augmentent exclusivement avec le nombre des couples métalliques.

L'appareil à larges plaques peut néanmoins servir avec avantage lorsqu'on dirige son activité sur des substances métalliques. *Pepys* en a construit un qui produit des effets étonnans.

Il consiste principalement en deux auges ou cuves faites de bois d'acajou proprement verni, pour qu'il résiste à l'action des liquides dont on veut les remplir: trente couples de disques sont cimentés dans un nombre égal de rainures pratiquées dans l'épaisseur de chaque cuve, et forment, par la manière dont ils sont assujétis, un nombre égal de cellules. Chaque disque présente de chaque côté 36 pouces carrés de surface, et leur épaisseur est telle que chaque couple pèse 4 livres. Pour établir la communication des deux couples extrêmes, on place un cou-

ducteur dans chacun des intervalles remplis de liquide, qui sont adjacens à ces couples, et l'on fait plonger les extrémités de ces conducteurs dans un vase contenant du mercure.

Dans un essai que *Pepys* fit de cet appareil en présence de plusieurs savans, les cuves furent remplies d'eau activée par deux livres d'acide nitreux concentré, et avec cette charge il obtint les effets suivans :

1°. Des fils de fer depuis un deux centièmes jusqu'à un dixième de pouce de diamètre brûlèrent en répandant une grande clarté ;

2°. Du charbon de buis ne brûla point seulement aux points de contact ; il fut toujours enflammé près de deux pouces au-delà ;

3°. Le plomb en feuille rougit, brûla avec activité, et lança une espèce de petit volcan, avec des gerbes étincelantes et de la fumée ;

4°. L'étain en feuille se consuma en répandant une clarté vive, des étincelles et de la fumée ;

5°. Des feuilles d'argent donnèrent une lueur vive et verdâtre, accompagnée de beaucoup de fumée sans étincelles ;

6°. L'or en feuille fut consumé en répandant de la fumée et une clarté blanche presque éblouissante ;

7°. Le fil d'étain, d'un huitième de pouce de diamètre, fut mis en fusion, brûlé et oxidé en répandant beaucoup de clarté ;

8°. Du fil de platine d'un seizième de pouce de diamètre rougit à blanc, et se fondit en globules aux endroits du contact.

9°. La poudre à canon, le phosphore et les substances inflammables prirent feu subitement, en leur faisant toucher les conducteurs armés de charbon.

10°. Le fluide électrique fut capable d'enflammer le charbon, après avoir parcouru une chaîne composée de seize personnes.

La pile de *Volta* présente des inconvéniens que les physiciens ont tâché de faire évanouir : 1°. son action n'est pas permanente ; 2°. les métaux dont la pile se compose s'oxident fortement, et il en coûte beaucoup de soins et de peines pour détruire l'empreinte de l'oxidation.

Le carton ou le drap mouillé n'ayant, suivant *Volta*, d'autre influence sur les phénomènes de la pile que celle de prêter au fluide électrique un passage libre et facile, il étoit naturel de chercher à lui substituer un bon conducteur non humide, et de construire ainsi des piles exclusivement avec des substances sèches ; mais les efforts de ceux qui ont dirigé leur activité vers cet objet, n'ont eu encore aucun succès. L'efficacité des piles, soit entièrement sèches, soit entièrement humides, dont on a publié la découverte, est encore équivoque ou du moins si foible qu'on ne peut espérer qu'elles offrent jamais un avantage réel à la science.

La présence des métaux n'est point nécessaire à la formation de la pile : avec des disques de charbon, de papier mouillé, de schiste, *Gautherot* en a construit une dont l'efficacité n'est pas équivoque.

Les dissolutions de sulfate d'alumine, de muriate de soude, et surtout de muriate d'ammoniaque, augmentent beaucoup l'activité de l'appareil, parce que les substances salines aug-

mentent beaucoup, suivant *Volta*, la faculté conductrice de l'eau qui les tient en dissolution.

La présence de l'air autour de la pile est nécessaire à la production des phénomènes; ils deviennent nuls par l'immersion de la pile dans l'eau; et ils souffrent, sous la cloche pneumatique, une altération d'autant plus grande que le vide est plus parfait.

L'explication des phénomènes de la pile de *Volta* est fondée sur la propriété qu'ont deux métaux hétérogènes en contact, de se constituer dans deux états différens d'électricité; l'un acquiert l'électricité vitrée ou positive; l'autre, l'électricité résineuse ou négative. (*Voyez* le mot ÉLECTRICITÉ GALVANIQUE.)

Pile électrique composée de disques en partie résineux, en partie métalliques.

Lorsque je fus bien convaincu que le contact des substances résineuses avec les substances métalliques développe de l'électricité (*Voyez* le mot ÉLECTRICITÉ, article qui traite de l'électricité que développe le contact des résines avec les métaux.), je construisis une pile dont les élémens étoient d'abord vingt disques de taffetas résineux et de zinc, appliqués alternativement l'un sur l'autre sans aucun intermédiaire, à commencer par la résine. Le disque de zinc qui étoit vers le milieu de la pile avoit beaucoup plus de diamètre que les autres. Un cylindre de verre étoit fixé à son centre, de sorte qu'il étoit facile d'enlever la moitié supérieure de la pile. L'appareil est resté dans cet état pendant quelques minutes; après ce temps, j'ai pris, par son manche de verre, le disque qui occupoit le milieu, et j'ai présenté à l'électromètre, l'extrémité supérieure de la pile qui étoit zinc: il a donné des signes sensibles d'électricité négative; l'autre extrémité de la pile qui étoit résine, avoit l'électricité positive. Je n'ai éprouvé aucune commotion, lorsqu'avec mes mains j'ai fait communiquer les deux extrémités, ce qui m'a annoncé que la pile n'avoit point de foyers électriques.

A cette pile a succédé une autre dans laquelle j'ai introduit un conducteur humide, et qui se composoit de quarante disques de zinc, quarante de taffetas résineux et quarante de papier gris imbibé d'une solution de muriate d'ammoniaque, rangés dans l'ordre suivant: taffetas résineux, zinc, papier mouillé. Cette pile n'avoit point de foyers électriques, elle n'a fait ressentir aucune commotion; des personnes, présentes à sa construction, ayant mis en contact, avec la langue, les extrémités très-peu distantes de deux fils de fer, dont l'un communiquoit avec la partie inférieure, l'autre avec la partie supérieure de la pile, ont cru éprouver une saveur acide et piquante, dont je n'oserois garantir l'existence. Les disques métalliques m'ont paru avoir éprouvé une oxidation sensible, mais pourtant beaucoup moins considérable que dans la pile de *Volta*.

Enfin, dans un troisième essai, la pile étoit composée de quarante disques de taffetas résineux, quarante d'argent, quarante de zinc, quarante de papier imbibé d'une solution de muriate d'ammoniaque, rangés dans l'ordre suivant: taffetas résineux, argent, zinc, papier mouillé. Cette pile n'avoit point de foyers électriques; l'argent et le zinc avoient l'électricité

négative, le taffetas résineux, l'électricité positive : l'oxidation a été sensible, mais peu considérable.

PILE SECONDAIRE. *Ritter* a donné ce nom à une pile qui ne s'électrise pas par elle-même, mais qui reçoit la vertu électrique lorsqu'on la fait communiquer avec une pile électrique. (*Voyez* PILE ÉLECTRIQUE.)

La pile secondaire se compose de disques d'un seul et même métal, et d'autant de disques de carton ou de drap bien trempés dans l'eau pure. On établit un double disque métallique, de cuivre, par exemple, sur la base d'un appareil ordinaire; et sur cette plaque double, on met une rondelle de carton mouillé, puis une seconde plaque que l'on recouvre immédiatement d'une autre rondelle de carton, et ainsi de suite jusqu'à la dernière que l'on ne recouvre pas. On place cette colonne au voisinage d'une pile électrique en activité, et l'on rétablit la communication entre les extrémités respectives des deux pôles : quelques minutes après, on enlève, avec des pinces isolées, les tiges qui faisoient communiquer les deux piles, et l'expérience fait voir que la colonne à un seul métal a acquis les mêmes propriétés que la pile électrique, c'est-à-dire, qu'elle produit l'éclair, la saveur, les commotions, la décomposition de l'eau, etc.; mais la pile secondaire n'ayant pas en elle-même la faculté électromotrice, ces effets diminuent peu à peu, et finissent bientôt par disparaître entièrement.

Si l'on examine l'état électrique de chaque extrémité de la pile secondaire, à l'aide d'un bon conducteur, on trouve que chaque pôle jouit de la même électricité que celui de la pile électrique avec lequel il a communiqué; et si l'on établit de nouvelles communications, différentes de la première, les effets sont relatifs aux changemens qui surviennent.

Du moment qu'on établit la communication entre la pile secondaire et la pile électrique, celle-ci perd la plus grande partie de sa vertu; mais à mesure que la pile secondaire se charge, la force électrique de la pile ordinaire augmente, et elle recouvre toute son intensité lorsque la pile secondaire a reçu toute la charge dont elle est susceptible.

Une pile secondaire qui communique avec une pile électrique ne conserve pas toute l'électricité qu'elle reçoit; il s'en échappe toujours un peu en raison de la faculté plus ou moins conductrice de cette pile, et cette transmission d'électricité varie suivant la nature du liquide dont les cartons sont imbibés. *Ritter* construisit deux piles secondaires, chacune de quarante-cinq plaques; les cartons de la première étoient imbibés d'eau salée, et ceux de la seconde d'une solution de muriate d'ammoniaque; elles furent mises en communication avec une pile électrique de quatre-vingt-dix étages. La pile à l'eau salée produisit, après la communication, des effets bien prononcés; tandis que celle dont les cartons étoient imbibés d'une solution de muriate d'ammoniaque n'en produisit aucun, excepté une saveur assez foible qu'elle fit naître sur la langue, immédiatement après sa communication avec la pile électrique.

Une pile secondaire chargée jouit de toute sa vigueur dans les premiers instans; bientôt après les étincelles disparoissent : l'action chimique et la faculté commotrice ont un peu plus de durée. Une pile de quarante-cinq pla-

ques de cuivre, dont les cartons ont été mouillés dans l'eau pure, chargée en la faisant communiquer avec une pile électrique de quatre-vingt-dix couples, n'a, après dix minutes, qu'un résidu très-foible; et après vingt ou trente, elle a perdu toute son activité. Une pile de même charge, mais dont les cartons étoient imbibés d'eau salée, donna, immédiatement après sa communication avec la pile électrique, des étincelles d'une à deux lignes de diamètre : une seconde plus tard, les étincelles qu'elle produisoit n'avoient plus que la moitié ou tout au plus les trois quarts du même diamètre, et une seconde et demie après, il n'y avoit plus d'étincelles.

Ritter a fait éprouver à la *pile secondaire* différentes modifications qui l'ont conduit à des résultats qui méritent de fixer notre attention. Il a construit différentes piles, les unes avec un seul métal, les autres avec plusieurs métaux hétérogènes. Nous allons les examiner séparément.

Piles secondaires d'un seul métal.

Pile à trois masses. (1 *intercallation.*)

Cette pile se compose de trente-deux disques de cuivre et d'autant de disques de carton mouillé, comme la pile secondaire déjà décrite; mais avec cette différence que sur la base on a placé, l'une sur l'autre, sans intermédiaire, seize plaques de cuivre sur lesquelles reposent trente-deux cartons mouillés qu'on charge de seize autres disques de cuivre : cette pile ne diffère de la pile secondaire déjà décrite, que par la disposition de ses élémens. On établit les communications ordinaires avec les deux extrémités d'une pile électrique si-tuée au voisinage, et si quelques instans après on les fait disparoître, on reconnoît que cette pile secondaire ne donne aucun signe d'électricité appréciable; qu'elle n'excite aucune commotion; qu'elle ne produit aucun dégagement de gaz; enfin, que si quelquefois elle fait éprouver la sensation de la saveur, elle est très-foible et de peu de durée.

Pile à quatre masses. (2 *intercallations.*)

Cette pile se forme des mêmes élémens que les précédentes, mais distribuées en quatre masses. La première, placée sur la base, contient seize disques de cuivre; la seconde, seize disques de carton mouillé, séparés par un disque de cuivre de la troisième qui est de seize disques de carton mouillé; la quatrième est de quinze disques de cuivre. Cette pile communiquant avec une pile électrique de même force que les précédentes, produit les effets suivans, lorsqu'après le temps prescrit on interrompt la communication : 1°. sa force électrique, quoique très-foible, commence à être sensible; 2°. elle n'excite pas de commotion, mais elle donne la saveur bien prononcée; 3°. elle dégage quelques bulles de gaz.

Pile à cinq masses. (3 *intercallations.*)

Elle se compose des mêmes élémens que les précédentes, mais distribués en cinq masses. La première, située sur la base, est de quinze disques de cuivre; la seconde est de onze cartons mouillés, séparés par un disque de cuivre de la troisième, qui est de dix cartons mouillés; un autre disque de cuivre sépare celle-ci de la qua-

trième, qui est composée de onze cartons mouillés; et la cinquième est de quinze disques de cuivre. On établit à l'ordinaire la communication; et lorsqu'on l'interrompt, on reconnoît: 1°. que sa force électrique est bien sensible; 2°. elle donne des commotions foibles, mais une saveur très-forte; 3°. le dégagement de gaz est continu.

Pile à 7 masses (4 intercallations.)

Elle est formée, comme les précédentes, de 32 disques de cuivre et 32 cartons mouillés, le tout distribué en 7 masses dans l'ordre suivant. La première, qui repose sur la base, est de 14 disques de cuivre; la seconde, de 7 cartons mouillés séparés par un disque de cuivre de la troisième, qui se compose de 6 cartons mouillés séparés de la cinquième par un autre disque de cuivre; celle-ci est formée de 6 cartons mouillés séparés par un quatrième disque de cuivre de la sixième, qui se compose de 7 cartons mouillés: enfin la septième a 14 disques de cuivre, ce qui donne, entre la totalité des cartons mouillés, 4 intercallations. Cette pile étant soumise aux mêmes épreuves que les précédentes, on reconnoît aisément, 1°. que sa force électrique est plus grande que celle de la pile à 5 masses; 2°. les commotions sont très-sensibles; 3°. le dégagement de gaz est plus rapide et plus continu.

Pile à 11 masses (8 intercallations.)

Comme les piles précédentes celle-ci se compose de 32 disques de cuivre et de 32 disques de carton mouillé, le tout formant 11 masses: La première, située sur la base, est de 12 disques de cuivre; les seconde et troisième, chacune de 3 cartons mouillés; les quatrième, cinquième, sixième, septième et huitième, chacune de 4 cartons mouillés; les neuvième et dixième, chacune de 3 cartons mouillés; mais toutes séparées les unes des autres par un disque de cuivre; la onzième est de 12 disques de cuivre. Du moment qu'on interrompt la communication entre cette pile et la pile électrique, on reconnoît, 1°. que l'intensité électrique est plus grande que dans les précédentes; 2°. que les commotions sont plus vives; 3°. que la production de gaz est beaucoup plus considérable.

Pile à 19 masses (16 intercallations.)

On dispose dans cette pile, de la manière qui suit, les élémens dont se composent les piles précédentes: 1°. sur la base 8 disques de cuivre, puis un carton mouillé; 2°. un disque de cuivre, 2 cartons mouillés; 3°. un disque de cuivre et 2 cartons mouillés, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait 17 masses: un disque de cuivre et un carton mouillé font la dix-huitième, et enfin 8 disques de cuivre: total 19 masses et 16 intercallations. On établit les communications comme pour les piles précédentes; et si on les interrompt ensuite après le temps prescrit, l'expérience fait voir que les effets produits par cette pile ont plus d'intensité que ceux des piles précédentes.

Pile à 32 intercallations.

Il est visible que cette pile ne

peut être formée que par l'emploi de tous les disques, soit de carton, soit de métal qui ont servi aux précédentes, et qu'ils doivent être disposés de la manière qui suit : cuivre, carton mouillé, et ainsi de suite. Après les épreuves préliminaires l'expérience fait voir que les effets de cette pile sont plus intenses que ceux des piles précédentes ; l'action chimique commence cependant à diminuer au point que le dégagement de gaz est beaucoup moins sensible que dans la précédente.

Pile à 64 intercallations.

On ne peut former cette pile qu'avec 64 disques de cuivre et 64 cartons mouillés disposés un à un comme dans la pile précédente. Si après avoir établi et interrompu ensuite la communication de cette pile avec la pile électrique on la soumet à l'épreuve de l'expérience, il est aisé de reconnoître que sa densité électrique est plus forte, et les commotions plus vives que dans la précédente ; mais l'action chimique est moindre.

Si l'on double le nombre des disques métalliques et des cartons mouillés de manière qu'il y ait 128 intercallations, la densité électrique l'emporte sur celle de la pile précédente, et les commotions ont atteint leur limite d'activité; mais l'action chimique s'est entièrement évanouie. Il n'y a point de dégagement de gaz.

Enfin en multipliant le nombre des disques, soit de carton mouillé, soit de métal, *Ritter* a construit une pile à 256 intercallations. La densité électrique est augmentée. Les commotions sont moins fortes que dans la précédente; il n'y a production d'aucun gaz.

Piles secondaires, à deux métaux.

Pile électrique rendue inactive par adossement.

Soient deux piles électriques qui ne diffèrent entre elles que par la position de leurs poles; le disque inférieur de la première est zinc, et son disque supérieur cuivre : c'est le contraire pour la seconde. On place ces deux piles l'une sur l'autre, de manière qu'elles se touchent par leurs pôles opposés, et forment ainsi une pile dont le nombre des disques est double de celui de chacune des piles composantes, mais qui devient inactive, parce que l'action de la moitié de cette pile détruit l'action de l'autre moitié. Si l'on fait communiquer cette pile avec une pile électrique en activité, elle se charge, excite de fortes commotions : mais son action chimique est nulle. L'eau distillée et la teinture de tournesol, n'ont donné aucune bulle de gaz, quoique ce dernier réactif soit très-sensible, et qu'on eût approché, le plus possible, les deux fils d'or dans l'appareil qui sert à la décomposition de l'eau.

Pile électrique rendue inactive par la disposition de ses élémens.

On a un certain nombre de couples cuivre et zinc qu'on dispose de la manière suivante : si le premier couple situé sur la base est cuivre et zinc, le second sera zinc et cuivre; le troisième, cuivre et zinc; le quatrième, zinc et cuivre, et ainsi de suite. L'inversion faite dans les deux moitiés, pour la pile précédente, se trouve dans chaque couple de celle-ci, et il est vi-

sible que cette inversion détruit l'activité de la pile qui, néanmoins se charge, lorsqu'on la fait communiquer avec une pile électrique en activité. Les commotions qu'elle fait éprouver sont moins fortes que celles de la pile précédente; mais son action chimique est nulle comme celle de la première.

Ritter conclut de ces expériences, que l'action chimique et l'action commotrice sont séparables, et que l'une peut exister indépendamment de l'autre.

Pile à deux métaux rendus inactifs par leur séparation.

Pour former une pile inactive avec des disques d'argent ou de cuivre, et autant de disques de zinc, il suffit de disposer les disques et les cartons mouillés, de manière qu'aucun métal ne touche l'autre immédiatement. Ainsi cette pile étant disposée comme il suit, cuivre, carton mouillé, zinc, carton mouillé, cuivre, carton mouillé, zinc etc.; on la fait communiquer avec une pile électrique en activité; et l'on reconnaît, après avoir interrompu les communications, 1°. que la densité électrique est moindre que celle de la pile de cuivre et de carton mouillé du même nombre d'élémens; 2°. qu'elle excite aussi des commotions moins fortes; 3°. que l'action chimique est plus marquée. Elle dégage plus de gaz que celle qui se compose exclusivement de disques de cuivre.

Pour construire ces différentes piles secondaires *Ritter* s'est servi de disques de cuivre; mais il fait observer que ce n'est pas le métal qui donne le plus grand effet. Il a trouvé que les conducteurs sont d'autant plus propres à être chargés qu'ils sont plus susceptibles de devenir négatifs par leur contact avec les autres. L'étain, le zinc, le plomb ne produisent aucun effet sensible; l'action du fer, ainsi que celle du bismuth, est très-foible; celle du laiton et du cuivre est plus grande; celle de l'argent l'emporte sur celle du cuivre; l'or et le platine tiennent encore un rang supérieur; mais le carbure de fer et l'oxide de manganèse agissent avec plus d'activité que tous les autres.

Piles secondaires à larges plaques.

On forme trois piles secondaires de 60 alternations chacune. La première A se compose de disques de mêmes dimensions que ceux de la pile électrique avec laquelle on doit les faire communiquer. La seconde B est formée de disques de 36 pouces carrés; les cartons ont dans ces deux piles à peu près deux tiers de ligne d'épaisseur. Les disques de la troisième C sont, comme ceux de B, de 36 pouces carrés; mais ses cartons sont quatre fois plus épais. On fait communiquer pendant 8 ou 10 minutes chacune de ces piles avec une pile électrique de 90 couples, dont les cartons sont imbibés d'eau saturée à froid, de muriate d'ammoniaque. On interrompt à la fois les communications, et l'on reconnoît,

1°. Qu'immédiatement après le chargement, la pile A donne des étincelles qui n'ont que 3 lignes de diamètre, tandis que B en donne de 8, 10 et même de 12 lignes. En excitant les étincelles sur A par intervalle d'une seconde, on peut en avoir 3 ou 4, tandis que par le même procédé B en donne jusqu'à 20;

2°. Lorsqu'on mesure la force de ces deux piles par le moyen de la déflagration, en attachant au disque supérieur une feuille d'or qu'on touche avec le conducteur partant du disque inférieur, elle n'a lieu dans A que pendant 5 à 6 secondes, tandis que B ne cesse de produire cet effet qu'après 60 secondes;

3°. La pile A ne dégage à la fois que très-peu de gaz, et la durée du dégagement n'est que de 20 secondes, tandis que B produit un dégagement considérable qui ne cesse qu'après 5 minutes;

4°. Si l'on touche la pile A avec les mains mouillées et armées d'une tige métallique par intervalles d'un quart à un tiers de seconde, on éprouve des commotions qui deviennent presque insensibles à la cinquantième, tandis qu'en touchant la pile B dans des espaces de temps encore plus éloignés on reçoit jusqu'à 250 commotions;

5°. La pile C, qui ne diffère de B que par l'épaisseur quadruple de ses cartons, agit avec beaucoup plus d'activité. Les étincelles en sont plus fortes, et leur durée plus longue au commencement; on tire les étincelles par intervalle d'une seconde, puis de 2, ensuite de 4, et enfin de 6 secondes; ainsi elle donne des étincelles pendant 2 minutes et demie, et jusqu'à 3 minutes.... La déflagration des feuilles d'or est aussi plus brillante, et sa durée est d'environ 5 minutes.... Le dégagement du gaz qui, pour la pile B, n'a pas duré plus de 5 minutes, dure dans la pile C pendant 8 à 10 minutes; il se fait d'ailleurs avec beaucoup d'activité.... Les commotions sont si violentes au commencement, que *Ritter* fut obligé, pour les compter, d'établir la communication des pôles par le moyen d'un tuyau plein d'eau, et par intervalles d'une seconde. Après 300 de ces communications, les commotions étant devenues plus supportables, il en eut encore 1200, sans épuiser entièrement la charge. Des expériences comparatives ayant prouvé que les communications par le tuyau plein d'eau épuisent une pile plus que celles qui se font par le corps humain, on peut conclure que plus de 1500 commotions n'ont pas suffi pour enlever toute la charge de la pile C.

PILE DE HÉRON. On connoît sous ce nom une machine hydraulique qui a été imaginée par *Héron d'Alexandrie*.

Cette machine consiste en une sphère à laquelle est adapté un tuyau très-étroit qui forme un jet d'eau, lorsqu'on souffle dedans. Il suffit pour la construire de prendre une sphère dans laquelle on cimente un tuyau de manière qu'il touche presque le fond par une extrémité, et que l'ouverture de l'autre extrémité soit très-étroite. L'effet que produit cette machine est un jet d'eau qui se manifeste, lorsqu'après avoir à moitié rempli d'eau cette sphère, on y introduit de nouvel air en soufflant par l'ouverture du tuyau. Cet air ainsi soufflé entre dans la sphère par l'extrémité du tuyau; et en vertu de sa légèreté respective il va se réunir à l'air déja renfermé dans la sphère, dont il augmente la densité et conséquemment la force comprimante: d'où il résulte que l'eau cédant à cet excès de pression s'échappe par le tuyau et jaillit dans l'atmosphère. Cet effet continue jusqu'à ce que l'air renfermé dans la sphère ait recouvré

la densité qu'il avoit avant qu'on y introduisît de nouvel air. Cette machine est essentiellement la même que la fontaine de compression. (*Voyez* fontaine de compression).

PINCEAU OPTIQUE. On a donné ce nom aux rayons lumineux, qui partant d'un des points d'un objet, avec un certain degré de divergence, tombent ou sur l'œil ou sur un verre convexe, et sont ensuite, par la réfraction, rassemblés en un point au-delà du verre ou sur le fond de l'œil. Un pinceau optique offre donc l'assemblage de deux cones lumineux réunis par leurs bases, et dont les sommets aboutissent, l'un au point de l'objet d'où partent les rayons; et l'autre à un point de convergence qu'on appelle *foyer*. (*Voyez* Foyer.)

PISTON. C'est dans une pompe, une espèce de bouchon qui remplit exactement la capacité du corps de pompe, dans lequel on le fait monter et descendre alternativement.

On fait les pistons avec des rondelles de cuir, serrées par deux autres de métal. Les pistons qui sont entièrement de métal sont préférables, 1°. parce qu'ils n'exigent aucune réparation; 2°. parce qu'ils sont moins susceptibles d'éprouver l'influence de l'humidité ou de la sécheresse.

PLAGE. On a donné ce nom à un point quelconque de l'horizon : et comme l'horizon renferme une infinité de points, il y a une infinité de plages. Pour en limiter le nombre, on n'en compte que trente-deux, dont quatre sont les quatre principales plages, desquelles toutes les autres ont reçu leur nom. Ces quatre, sont le *septentrion* ou le *nord*, le *midi* ou le *sud*, l'*orient* ou l'*est*, l'*occident* ou l'*ouest*. Ce sont, comme l'on voit, les quatre points cardinaux. (*Voyez* Points cardinaux.)

Les noms des 28 autres plages se composent de ceux des deux plages entre lesquelles elles sont situées. Ces noms sont : le *nord-est*, le *nord-ouest*, le *sud-est*, le *sud-ouest*; le *nord-nord-est*, le *nord-nord-ouest*, le *sud-sud-est*, le *sud-sud-ouest*, l'*est-nord-est*, l'*est-sud-est*, l'*ouest-nord-ouest*, l'*ouest-sud-ouest*; le *nord-quart-nord-est*, le *nord-quart-nord-ouest*, le *nord-est-quart-nord*, le *nord-est-quart-est*; le *nord-ouest-quart-nord*, le *nord-ouest-quart-ouest*, le *sud-quart-sud-est*, le *sud-quart-sud-ouest*, le *sud-est-quart-sud*, le *sud-est-quart-est*, le *sud-ouest-quart-sud*, le *sud-ouest-quart-ouest*, l'*est-quart-nord-est*, l'*est-quart-sud-est*, l'*ouest-quart-nord-ouest* et l'*ouest-quart-sud-ouest*. (*Voyez* Nord, Sud, Est et Ouest.)

Il suffit de trouver la ligne méridienne, pour déterminer les quatre principales plages; et par leur moyen on connoît aisément toutes les autres. C'est ainsi qu'on a divisé l'horizon, pour distinguer les vents, et pour indiquer facilement la route qui doit conduire d'un lieu à un autre. De-là vient qu'on les marque sur la boussole qui sert à diriger la marche du navigateur. (*Voyez* Boussole et Rose des vent.)

PLAN CONCAVE. (Verre.) *Voyez* Verre plan concave.

PLAN CONVEXE. (Verre.) *Voyez* Verre plan convexe.

PLAN DE GRAVITATION. Plan que l'on suppose passer par le centre de gravité d'un corps, et dans la di-

rection de sa tendance, c'est-à-dire, dans la direction verticale.

PLAN DE RÉFLEXION. C'est le plan qui passe par le point de réflexion, et qui est perpendiculaire à la surface réfléchissante. (*Voyez* RÉFLEXION.)

PLAN DE RÉFRACTION. Plan qui passe par le rayon incident, et par le rayon réfracté. (*Voyez* RÉFRACTION.)

PLAN INCLINÉ. Une des sept machines simples. On nomme ainsi tout plan qui fait avec l'horizon un angle qui n'est pas droit.

Supposons placé sur le plan A B (*fig.* 121 *pl.* 16) un point matériel M sollicité par deux forces P, Q qui font avec A B les angles α, β et cherchons les conditions qui doivent avoir lieu pour que l'équilibre existe dans ce système : le plan A B s'oppose au mouvement que chacune des deux forces P, Q tend à imprimer au point M, de sorte que ce point ne peut se mouvoir que le long du plan. Ainsi pour trouver le mouvement que chacune des deux forces isolée ferait prendre au point M, il faut la décomposer en deux autres, dont l'une perpendiculaire au plan, sera détruite par sa résistance, et l'autre dirigée dans ce plan sera la seule efficace.

Soit p, p' les composantes de la force P et q, q' les composantes de la force Q; les forces p', q' étant détruites par le plan A B, le point M n'est plus sollicité que par les forces p, q qui, dans le cas d'équilibre, doivent être égales et opposées. Cette dernière condition prouve que le plan des deux forces P, Q doit être perpendiculaire au plan A B; de plus les triangles P p M, Q q M donnent p ou p M = P M cos α = P cos α, et q ou q M = Q M cos β = Q cos β : par conséquent P cos α = Q cos β. Donc pour que deux forces dont le point de concours est sur un plan se fassent équilibre, il faut que le plan de ces deux forces soit perpendiculaire au plan résistant, et de plus que ces deux forces soient en raison inverse des cosinus des angles que leurs directions forment avec le plan, ces angles étant pris chacun d'un côté différent du point de concours.

Revenons maintenant aux deux forces p' q' qui sont détruites par le plan A B; leur somme représente la pression exercée sur ce plan; or p' = P sin α, q' = Q sin β; donc, cette pression est P sin α + Q sin β.

Appliquons ce qui précède au cas particulier de la pesanteur; pour cela abaissons A C perpendiculaire à l'horizon, et soit B C une horizontale menée de manière que le plan A B C soit perpendiculaire au plan incliné. A C se nomme la hauteur, A B la longueur et B C la largeur du plan incliné. Si la force P est celle de la pesanteur, P M sera dans le plan A C B et parallèle à A C; donc l'angle α sera égal à C A B. Supposons de plus que la force Q, qui empêche la chute du point M, soit dirigée suivant A B, intersection des deux plans que nous considérons, on aura β = 0. Il est bien clair que la première condition d'équilibre se trouve remplie : la seconde donne P cos C A B = Q et comme cos C A B = $\frac{AC}{AB}$, on a $\frac{Q}{P} = \frac{AC}{AB}$. C'est-à-dire que la puissance est à la résistance comme la hauteur du plan est à sa longueur.

Si la résistance Q étoit parallèle à

B C, on aurait $\beta = ABC$, et comme α est toujours égal à C A B, on trouveroit pour la condition d'équilibre, $\frac{Q}{P} = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{\cos CAB}{\cos ABC} = \frac{\sin ABC}{\cos ABC}$ $= \text{tang } ABC = \frac{AC}{BC}$: ainsi dans ce cas, la puissance est à la résistance comme la hauteur est à la largeur du plan incliné. Ici la puissance ou la résistance sont favorisées, selon que l'angle CAB du plan incliné avec l'horizon est moindre ou plus grand qu'un angle droit, au lieu que la première disposition de la puissance favorise toujours cette force.

Nous n'avons considéré qu'un point matériel placé sur le plan incliné ; il est évident que les mêmes principes s'appliqueraient à un corps figuré quelconque, pourvu qu'aucune des forces qui le sollicite ne rencontre le plan résistant hors du corps même ; car alors elle pourroit donner au corps un mouvement de rotation (*voyez* CENTRE DE GRAVITÉ), il est facile de déterminer, d'après la figure du corps, la condition qui doit exister pour que ce mouvement n'ait pas lieu ; car il suffit que la résultante des deux forces rencontre le plan dans un des points de contact qu'il a avec le corps proposé.

Lois de la chute des corps sur un plan incliné.

La force avec laquelle un corps tend à descendre sur un plan incliné, provient de la pesanteur, ou plutôt elle n'est que la pesanteur même, diminuée par la résistance du plan incliné. Pour apprécier cette diminution, soit M (*fig.* 121, *pl.* 16.) le point où la ligne de direction d'un corps, placé sur le plan incliné A B, rencontre ce plan ; et représentons par α l'angle P M p que forme la direction de la pesanteur avec le plan A B. La force P peut se décomposer en deux forces p, p' dont l'une p' perpendiculaire au plan sera détruite, et l'autre p sera effective pour le faire descendre le long du plan ; l'expression de cette dernière, tirée du triangle P p M est $p = P \cos\alpha = P.\frac{AC}{AB}$ donc la force effective p est dans un rapport constant avec la force absolue sur le même plan. Or, pendant la chute d'un corps sur un plan incliné, la force absolue renouvelle à chaque instant son action, donc elle produit à chaque instant une force effective égale à P cos α : d'où il résulte qu'un corps, descendant sur un plan incliné, se ment d'un mouvement uniformément accéléré ; que les vitesses acquises sont comme les temps, et ceux-ci sont comme la suite naturelle des nombres 1, 2, 3, 4, 5, etc. ; 3° que les espaces parcourus depuis le commencement de la descente, sont comme 1, 4, 9, 16, etc. et les espaces parcourus entre chaque intervalle de temps, comme 1, 3, 5, 7, etc. ; enfin, que l'espace parcouru depuis A jusqu'en M ou en B n'est que la moitié de celui que le corps parcourroit dans le même temps d'un mouvement uniforme avec la vitesse acquise en M ou en B.

Les vitesses des deux corps, dont l'un roule sur le plan incliné A B (*fig.* 121, *pl.* 16), et l'autre tombe librement le long de A C, si leur chute commence en même tems, ont à chaque instant le même rapport entr'elles, puisqu'elles sont comme A C, est à A B, donc les corps parcourent dans le même tems des espaces qui sont entr'eux

comme AC est à AB; et conséquemment les vitesses acquises en descendant par ces espaces, ont ce même rapport entr'elles.

Si du point C (*fig.* 121, *pl.* 16), on mène sur AB la perpendiculaire CK; AK partie supérieure du plan incliné, représente l'espace parcouru par le corps M, dans le même tems qu'il emploierait à tomber librement de A en C; car alors AK : AC :: AC : AB.

Un corps emploie à descendre le long d'une corde quelconque AK d'un cercle (*fig.* 122, *pl.* 16), le même temps qu'il emploieroit à tomber librement le long de son diamètre AB; car en tirant KB, l'angle AKB devient droit : la corde AK représente la partie supérieure d'un plan incliné, et le diamètre AB représente le plan vertical. Ainsi, les temps de la descente le long de toutes les cordes d'un même cercle, sont égaux entr'eux; et si A est un point de contact commun à plusieurs cercles, des corps qui descendraient en même-temps le long des cordes AK, AD, AB, AE, parcouroient en temps égaux les parties *k*K, *d*D, *b*B, *e*E.

Le temps que le corps M (*fig.* 121, *pl.* 16), emploie à descendre de A en B, est au temps qu'il emploieroit à tomber de A en C, comme AB est à AC. Car les espaces parcourus d'un mouvement uniformément accéléré, sont comme les carrés des temps : donc le carré du temps de la descente par AB est au carré du temps de la descente par AK, comme $AB^2 : AC^2$: donc le temps de la descente par AB est au temps de la descente par AK, ou au temps de la descente par AC, comme AB est à AC.

Les temps de la descente sur autant de plans inclinés de même hauteur qu'on voudra, sont entr'eux comme les longueurs de ces plans; car le temps de la descente sur AB (*fig.* 121, *pl.* 16), est au temps de la chute libre le long de AC, comme AB est à AC : pareillement le temps de la descente sur AD est au temps de la chute libre le long de AC, comme AD : AC : donc le temps de la descente sur AB est au temps de la descente sur AD, comme AB est à AD.

La vitesse acquise à la fin de la descente sur un plan incliné AB (*fig.* 121, *pl.* 16), d'une hauteur déterminée, est égale à celle qui est acquise en C par la chute libre d'un corps. Car après des temps égaux, lorsque les corps sont en C et en K, les vitesses sont en même raison qu'au commencement de la chute, en sorte qu'on a : la vitesse en C est à la vitesse en K comme AB : AC. Quand le corps descend de K à B, la vitesse augmente comme le temps; et conséquemment la vitesse en K est à la vitesse en B, comme $\surd AK$ est à $\surd AB$. Multipliant ces deux proportions, et effaçant la vitesse en K, qui est un facteur commun aux deux termes du premier rapport, on a : la vitesse en C est à la vitesse en B comme $AB \surd AK$ est à $AC \surd AB$. Mais les deux termes du dernier rapport étant divisés par $\surd AB$, il se réduit à $\surd AB \times AK : AC$. D'ailleurs $AC^2 = AB \times AK$: donc

$$AC = \surd AB \times AK;$$

et conséquemment la vitesse en B égale la vitesse en C.

Puisqu'un corps acquiert la même vitesse en descendant d'une hauteur déterminée, soit qu'il tombe librement, soit qu'il descende sur des plans inclinés, la vitesse sera toujours la même, si la hauteur est égale, lorsque le corps roulera sur des plans différemment inclinés, ou même sur une courbe qu'on peut regarder comme composée d'un nombre infini de plans différemment inclinés.

Il faut remarquer que le passage d'un plan sur un autre doit se faire sans secousse, qui altèrerait la vitesse du corps : on évite cet inconvénient, si l'on joint les différens plans par des courbes.

Il suit de ce que nous avons dit, 1°. qu'un corps, avec la même vitesse qu'il a acquise en tombant par une surface quelconque, soit plane, soit courbe, peut monter à la même hauteur par une autre surface semblable. Il est clair que le corps emploie à monter un temps égal à celui de la descente; car la vitesse se détruit en montant, comme elle s'acquiert en descendant.

2°. Un corps, avec la vitesse acquise en tombant d'une certaine hauteur, peut monter à cette même hauteur par une courbe quelconque.

Les temps de la descente libre d'un corps le long de deux figures semblables, également inclinées à l'horizon, sont entr'eux comme les racines carrées des dimensions homologues de ces figures.

Soient deux figures semblables et semblablement inclinées. Tous les plans homologues de ces figures sont parcourus d'un mouvement uniformément accéléré : donc les espaces parcourus, ou les plans homologues, sont comme les carrés des temps, et par conséquent les temps de la descente sur les plans de la première figure sont proportionnels aux temps de la descente sur les plans de la deuxième figure; et prenant la somme des antécédens et des conséquens, on aura le temps total de la descente sur la première figure, est au temps total de la descente sur la deuxième, comme le temps de la descente sur un des plans de la première figure, est au temps de la descente sur le plan homologue de la seconde, c'est-à-dire comme les racines carrées des longueurs de ces plans.

PLAN (Miroir). *Voyez* Miroir Plan.

PLANÉTAIRE. C'est un instrument qui sert à représenter les différens mouvemens des corps célestes, soit par des aiguilles et des cadrans, soit par des cercles et des rouages.

On a imaginé différens planétaires depuis celui qui est généralement connu sous le nom de son auteur *Orrery*, jusqu'à celui qui vient d'être construit à Paris par *Leguin*, artiste distingué, et dont on a adopté l'usage dans les écoles de Paris.

Il en est de cet instrument comme d'un grand nombre de machines qu'il vaut mieux voir une fois que d'en lire dix fois la description. Nous nous bornerons en conséquence à faire connoître les principaux élémens dont se compose le nouveau planétaire de *Leguin*.

Un disque de cuivre d'environ 54 millimètres (2 pouces) de rayon est percé à 27 millimètres (1 pouce) de distance du centre, de quatre orifices

distans l'un de l'autre d'un quart de circonférence, et auxquels se vissent quatre cylindres métalliques de 5 ou 6 millimètres de rayon, dont les autres extrémités vont aboutir et soutenir un autre disque de cuivre, d'un moindre rayon que le premier. Au centre de ce second disque est fixée une tige métallique, dont l'autre extrémité porte un globe d'environ 13 millimètres ($\frac{1}{2}$ pouce) de diamètre, qui représente le soleil. Immédiatement au-dessous du soleil, cette tige est embrassée par un petit anneau métallique qui soutient une espèce de levier coudé, terminé par une étoile métallique qui représente Mercure. Après cet anneau en vient un autre semblable qui soutient un levier terminé par une étoile qui représente Vénus. Le point de la tige qui suit le second anneau est embrassé par un troisième qui porte un levier métallique et plan, sur lequel on voit plusieurs roues dentées situées les unes à la suite des autres, et dont une est enfilée par la tige métallique, tandis que la plus éloignée porte à son centre une autre tige qui va aboutir et soutenir un globe qui représente la terre. Cette seconde tige est enfilée par une petite roue dentée, qui engrène dans les dents d'une seconde; et les dents de celle-ci s'enchâssent dans celles d'une troisième petite roue; au centre de cette dernière est fixée une très-petite tige, qui soutient un petit globe qui représente la lune. Par un semblable mécanisme, viennent successivement les différentes planètes, représentées par des étoiles métalliques fixées aux extrémités de leviers de différentes longueurs, qui désignent les différentes distances des différentes planètes au soleil, et qui tiennent par des anneaux à la tige principale.

On met tous les rouages dont cette machine se compose, en mouvement à l'aide d'une manivelle; et alors on voit toutes les planètes se mouvoir en même temps autour du globe, qui représente le soleil; l'on observe qu'elles sont animées d'un mouvement d'autant moins rapide qu'elles sont plus éloignées de cet astre; on voit la terre se mouvoir sur son axe, en même temps qu'elle est transportée autour du soleil; on voit enfin le mouvement de la lune s'effectuer autour de la terre, et donner naissance aux apparences connues sous le nom de phases. (*Voyez* Phases de la Lune.)

PLANÈTES. Le système planétaire se compose de vingt-neuf corps, sans y comprendre les étoiles, ni ces astres, tantôt visibles, tantôt invisibles qui paroissent errans dans l'immensité de l'espace, et qui sont connus sous le nom de comètes. (*Voyez* Etoile et Comètes).

Parmi les vingt-neuf corps qui composent le système des planètes, le soleil est le seul qui brille d'une clarté qui lui est propre. Tous les autres sont opaques, c'est-à-dire qu'ils interceptent le fluide lumineux, et qu'ils ne sont visibles que par une clarté réfléchie. Dix d'entr'eux portent le nom de *planètes*: les dix-huit autres sont connus sous celui de *planètes secondaires* ou de *satellites*. (*Voyez* Satellites.)

Les *planètes* font leur révolution autour du soleil, dans des courbes elliptiques peu différentes du cercle, et dont le centre du soleil occupe un des foyers. A commencer par celle qui est la plus voisine de cet astre, elles ont la disposition suivante: Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Cérès, Pal-

las, Junon, Jupiter, Saturne, Uranus.

Chaque orbite planétaire est dans un plan qui passe par le centre du soleil.

Le plan de l'orbite de la Terre se nomme le plan de l'écliptique. On le conçoit prolongé de tous côtés, et les astronomes observent la situation des plans des autres orbites par rapport à celui-ci.

Toutes les *planètes* se meuvent dans leurs orbites d'occident en orient. La vitesse qui les anime n'est pas constante; mais les aires décrites par leurs rayons vecteurs sont toujours proportionnelles aux temps.

Le mouvement des planètes est d'autant moins rapide, qu'elles sont plus éloignées du soleil, de manière que la grandeur de l'orbite et la lenteur du mouvement concourent à augmenter la durée de leurs révolutions sydérales.

Mercure et Vénus sont plus près du soleil que la terre; c'est pourquoi on les appelle *planètes inférieures*. Celles qui sont plus éloignées du soleil que la terre se nomment *planètes supérieures*.

Les *planètes inférieures* ne peuvent jamais être en opposition avec le soleil (*voyez* Opposition;) mais elles doivent se trouver deux fois en conjonction avec cet astre pendant la durée de leur révolution sydérale, 1.° lorsqu'elles se trouvent entre le soleil et la terre; 2°. lorsque le soleil est entre la terre et les planètes. (*Voyez* Conjonction.)

Les *planètes inférieures* présentent différentes phases, lorsqu'on les considère à la faveur du télescope; ces apparences sont plus sensibles pour Vénus que pour Mercure, et elles dépendent du mouvement propre de ces planètes. Si l'on combine ce mouvement avec celui de la terre dans son orbite, qui s'effectue avec plus de lenteur à raison de sa plus grande distance du soleil, on voit naître de nouvelles apparences, telles que le mouvement direct de ces planètes, dans la conjonction inférieure; et leur mouvement rétrograde aux approches, et dans la conjonction supérieure. (*Voyez* Phases, Direction et Rétrogradation des planètes).

L'orbite des *planètes supérieures* embrasse l'orbite de la terre: de plus, la vitesse de la terre est plus grande que celle des planètes supérieures: d'où il résulte que la terre dans son mouvement passe entre les *planètes supérieures* et le soleil: ce qui fait qu'elles paroissent en opposition avec cet astre. Elles ont, dans l'opposition, un mouvement apparent rétrograde; il est direct dans la conjonction, comme celui de Vénus et de Mercure dans leurs conjonctions supérieures. (*Voyez* Direction des planètes.)

Plusieurs planètes, telles que la Terre, Jupiter, Saturne et Uranus, sont environnées de satellites qui tournent autour d'elles, comme elles tournent autour du soleil. (*Voyez* Satellites.)

Si l'on compare les distances moyennes, soit des planètes, soit de leurs satellites, à la durée de leurs révolutions sydérales, il est aisé de retrouver le beau rapport découvert par Kepler, savoir, que toutes les fois que plusieurs corps tournent autour d'un même point, les carrés des temps périodiques sont entre eux comme les cubes de leurs moyennes distances à ce point; et en combinant cette loi

avec le théorème d'*Huyghens*, savoir que lorsque les carrés des temps périodiques de plusieurs corps qui circulent autour d'un même point, sont entre eux comme les cubes des distances à ce point, les forces centrales qui les animent, sont en raison inverse des carrés de ces mêmes distances, il est aisé de reconnaître la loi de la gravitation et de dévoiler le mécanisme du système planétaire. (*Voy.* Force centrale et les articles respectifs des différentes planètes.)

Tableau du mouvement elliptique des planètes.

Durée des révolutions sydérales ou des temps périodiques.

	jours.	
Mercure.	87,	969255
Vénus.	224,	700817
La Terre.	365,	256384
Mars.	686,	979579
Cérès.	1680,	000000
Pallas.	1681,	000000
Junon.	2007,	500000
Jupiter.	4332,	602208
Saturne.	10759,	077213
Uranus.	30689,	000000

Demi-grands axes des orbites, ou distances moyennes.

Mercure.	0,387100
Vénus.	0,723332
La Terre.	1,000000
Mars.	1,523693
Cérès.	2,776755
Pallas.	2,776909
Junon.	2,876731
Jupiter.	5,202778
Saturne.	9,538785
Uranus.	19,183475

Rapport de l'excentricité au demi-grand axe au commencement de 1750.

Mercure.	0,205513
Vénus.	0,006885
La Terre.	0,016814
Mars.	0,093088
Jupiter.	0,048077
Saturne.	0,056223
Uranus.	0,046683

Rapport de l'excentricité au demi-grand axe en 1805 pour les nouvelles planètes.

Cérès.	0,790000
Pallas.	0,246300
Junon.	0,250000

Inclinaison de l'orbite à l'écliptique au commencement de 1750.

Mercure.	7°,7778
Vénus.	3,7701
La Terre.	0,0000
Mars.	2,0556
Jupiter.	1,4636
Saturne.	2,7762
Uranus.	8,8599

Inclinaison de l'orbite à l'écliptique en 1805 pour les nouvelles planètes.

Cérès.	11°,796297
Pallas.	37,500000
Junon.	23,333333

On trouvera le tableau des rapports qui existent entre les masses, les densités, les diamètres, soit réels, soit apparens des planètes, aux articles Masse, Densité, Diamètre des Planètes. (*Voyez* ces mots.)

PLANÈTE ACCÉLÉRÉE. C'est ainsi qu'on nomme une planète dont

le mouvement apparent est plus rapide que son mouvement réel. Il y a des temps où les planètes vues de la terre paroissent avoir parcouru une portion de leur orbite plus grande que celle qu'elles ont parcourue réellement, et cette apparence a pour cause la combinaison du mouvement de la terre avec celui de la planète. Les planètes supérieures, Uranus, Saturne, Jupiter, Junon, Pallas, Cérès et Mars sont accélérées après leur conjonction au soleil; et les planètes inférieures, Vénus et Mercure, sont accélérées quelque temps après leur conjonction inférieure.

PLANÈTE DIRECTE. C'est le nom d'une planète qui, par son mouvement propre, paroît se mouvoir, comme elle se meut réellement, c'est-à-dire, d'occident en orient. Les planètes supérieures sont toujours directes, excepté vers leur opposition au soleil, temps auquel elles sont rétrogrades ou stationnaires. Les planètes inférieures sont aussi toujours directes, excepté vers le temps de leur conjonction inférieure. (*Voyez* DIRECTION des planètes.)

PLANÈTE (Élémens d'une.) *Voyez* ÉLÉMENS D'UNE PLANÈTE.

PLANÈTE (Élongation d'une.) *Voyez* ÉLONGATION D'UNE PLANÈTE.

PLANÈTE INFÉRIEURE. C'est le nom qu'on donne aux planètes plus voisines du soleil que la terre : telles sont Mercure et Vénus. (*Voy.* PLANÈTE.)

PLANÈTE PRIMITIVE. C'est ainsi qu'on appelle les planètes qui font leur révolution autour du soleil. Les planètes primitives sont au nombre de dix, savoir : Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Cérès, Pallas, Junon, Jupiter, Saturne et Uranus. (*Voyez* les articles relatifs à chacune de ces planètes.)

PLANÈTE PRINCIPALE. Ce nom désigne la même chose que *Planète primitive.* (*Voyez* PLANÈTE PRIMITIVE.)

PLANÈTE RETARDÉE. C'est ainsi qu'on nomme une planète, lorsqu'elle paraît se mouvoir plus lentement qu'elle ne se meut réellement. Les planètes vues de la terre paroissent, dans certains temps, avoir parcouru une portion de leur orbite, plus petite que celle qu'elles ont parcourue réellement; et cette apparence a pour cause la combinaison du mouvement de la terre avec celui de la planète. Les planètes supérieures, Uranus, Saturne, Jupiter, Junon, Pallas, Cérès et Mars sont retardées après leur opposition au soleil : et les planètes inférieures Vénus et Mercure, sont retardées après leur conjonction supérieure.

PLANÈTE RÉTROGRADE. C'est le nom qu'on donne à une planète, lorsque par son mouvement propre, elle paroît se mouvoir d'orient en occident, c'est-à-dire, contre l'ordre des signes. Les planètes vues de la terre paroissent, dans certains temps, avoir un mouvement contraire à celui qui les anime réellement; et cette apparence a pour cause la différence des mouvemens de la planète et de la terre. Les planètes supérieures sont rétrogrades dans l'opposition et aux approches de l'opposition : et les planètes inférieures sont rétrogrades vers leur conjonction inférieure. (*Voyez* RÉTROGRADATION et DIRECTION DES PLANÈTES.)

PLANÈTE SECONDAIRE. On a donné ce nom aux corps célestes qui font leur révolution autour d'une planète animée d'un mouvement de translation autour du soleil. Aujourd'hui on emploie le nom de Satellite pour exprimer ce qu'on désignoit sous le nom de *planète secondaire*; et le mot *planète* désigne exclusivement les corps célestes qui font leur révolution autour du soleil. (*Voyez* SATELLITE.)

PLANÈTE STATIONNAIRE C'est le nom qu'on donne à une planète dans son passage de la direction à la rétrogradation. Entre le mouvement direct et le mouvement rétrograde d'une planète, il s'écoule nécessairement un instant, où la planète vue de la terre est rapportée au même point du ciel, et où conséquemment elle paroît sans mouvement; et c'est alors qu'on l'appelle stationnaire. (*Voyez* STATION DES PLANÈTES.)

PLANÈTE SUBALTERNE. Ce mot désigne la même chose que Satellite. (*Voyez* SATELLITE.)

PLANÈTE SUPÉRIEURE. On a donné ce nom aux planètes qui sont plus éloignées du soleil que la terre. Telles sont Mars, Cérès, Pallas, Junon, Jupiter, Saturne et Uranus.

PLANÈTES (Diamètre apparent des) *Voyez* DIAMÈTRE APPARENT DES PLANÈTES.

PLANÈTES (Diamètre réel des) *Voyez* DIAMÈTRE RÉEL DES PLANÈTES.

PLANÈTES (Direction des) *Voyez* DIRECTION DES PLANÈTES.

PLANÈTES (Retardement des) *Voyez* RETARDEMENT DES PLANÈTES.

PLANÈTES (Rétrogradation des) *Voyez* RÉTROGRADATION DES PLANÈTES.

PLANÈTES (Révolution des) *Voyez* RÉVOLUTION DES PLANÈTES.

PLANÈTES (Rotation des) *Voyez* ROTATION DES PLANÈTES.

PLANISPHÈRE. Instrument où sont projetés les cercles de la sphère, et sur lequel sont dessinées les constellations; il sert à résoudre méchaniquement plusieurs problèmes d'astronomie; on a imaginé beaucoup d'instrumens de cette espèce, parmi lesquels celui de *Cassini* mérite d'être distingué. On peut en voir la description dans son *Traité de la Comète*.

PLATEAU ÉLECTRIQUE. C'est un disque de verre auquel on imprime un mouvement de rotation entre deux coussins qui, par leur frottement contre la surface du disque développent l'électricité. Le flint-glass est le meilleur de tous les verres qu'on peut employer à la construction des plateaux. Si l'on est forcé de se servir de glace de France, il faut donner à celles de Cherbourg, qui sont soufflées, la préférence, sur celles de St.-Gobins qui sont coulées.

PLATINE. (*Voyez* MÉTAUX.)

PLÉIADES. Les astronomes ont donné ce nom à neuf étoiles qui sont situées au voisinage les unes des autres, dans le col de la constellation du taureau. On distingue clairement six de ces étoiles; les autres paroissent fort peu. Les *pléiades* ont tiré leur nom d'un mot grec qui signifie naviguer, parce que au printemps, et vers le temps de leur lever héliaque, on commençoit les grandes navigations.

PLEINE LUNE. C'est ainsi qu'on nomme la lune, lorsqu'elle nous mon-

tre en entier son hémisphère éclairé par le soleil ; ce qui arrive lorsqu'elle est en opposition avec cet astre.

PLOMB. (*Voyez* MÉTAUX.)

PLONGER. C'est l'art de descendre dans l'eau jusqu'à une profondeur considérable, et d'y rester assez long-temps.

L'art de plonger est d'une grande utilité surtout pour la pêche des perles, des coraux, des éponges, etc. Différens procédés ont été imaginés pour le rendre sûr et facile ; et tous ont pour but de procurer au plongeur un air pur et salubre dont la présence est absolument nécessaire pour alimenter son existence.

Ceux qui plongent dans la Méditerranée, pour y pêcher des éponges, ont coutume d'avoir dans leur bouche, lorsqu'ils sont au fond de l'eau, des éponges trempées dans l'huile. Mais si l'on fait attention d'un côté au peu d'air que peuvent renfermer les pores d'une éponge, et de l'autre, à la compression qu'il éprouve par l'effort du liquide environnant, il est aisé de voir que ce moyen ne peut offrir au plongeur qu'un secours momentané.

Un plongeur qui est tout nu, et qui n'a point d'éponge dans la bouche, ne peut suivant *Halley*, rester plus de deux minutes dans l'eau, sans être suffoqué ; et s'il n'est point habitué à plonger, une demi-minute suffit pour l'étouffer. De plus, si l'endroit est profond, la pression de l'eau sur les vaisseaux du corps, remplit bientôt les yeux de sang, et en détermine le plus souvent le crachement : de-là vient que, pour rester long-temps au fond de l'eau, on a imaginé deux tuyaux de matière flexible, pour faire circuler l'air jusqu'au fond de l'eau, dans la machine qui renferme le plongeur : par ce moyen, on lui procure l'air qui lui est nécessaire, on le garantit de la pression de l'eau, et sa poitrine se dilate librement pour respirer. Mais cette invention ne peut servir utilement dans les endroits où la profondeur de l'eau est un peu considérable, parce que l'eau resserre si étroitement les parties qui sont à découvert, qu'elle y empêche la circulation du sang ; et elle agit si fortement sur toutes les jointures de l'armure, qui ne sont faites que de cuir, que s'il s'y rencontre le moindre défaut, l'eau s'y fraie un passage, va remplir dans un instant toute la machine, et met en danger la vie du plongeur.

Pour obvier à tous ces inconvéniens, on a imaginé une machine qui a reçu le nom de *cloche du plongeur*. Elle consiste principalement en une grande cloche garnie de poids qui la sollicitent à descendre verticalement à une certaine profondeur. L'air étant compressible, quoique impénétrable, l'eau monte dans la cloche, sans jamais atteindre le plongeur qui repose sur une traverse située dans son intérieur. Mais l'air contenu dans la cloche, acquiert par l'ascension de l'eau une densité funeste, et par la respiration du plongeur un méphitisme, qui ont décidé la proscription de la machine.

Halley s'occupant de corriger ces défauts, a trouvé le moyen de renouveller l'air, et d'empêcher en même-temps que l'eau n'entre dans la cloche, à quelque profondeur qu'on la fasse descendre.

Il fit construire une cloche de plongeur en bois, qui avait 60 pieds cubiques de capacité ; elle étoit revêtue

en dehors d'une assez grande quantité de plomb, afin qu'elle pût s'enfoncer vide dans l'eau; et il mit au bas une plus grande masse de plomb pour déterminer sa chute verticale. Le haut de la cloche était garni d'un verre pour donner du jour à l'intérieur, et d'un robinet pour laisser sortir l'air à mesure qu'il devenait impropre à la respiration. A environ une toise au-dessous de la cloche, était un plateau attaché à la cloche par trois cordes, et chargé d'un poids de cent livres pour le tenir dans une situation fixe.

L'air nécessaire à cette cloche plongée dans l'eau, était fourni à la faveur de deux barils garnis de plomb, de manière qu'ils pouvoient descendre vides. Chacun de ces barils avoit à son fond un bondon pour laisser entrer l'eau lorsqu'ils descendoient, et pour la laisser sortir lorsqu'on les avoit retirés. Au haut de ces barils étoit un autre orifice auquel étoit attaché un tuyau de cuir assez long pour pendre au-dessous du bondon, à l'aide d'un poids qu'on y attachoit; en sorte qu'à mesure que l'eau entroit, l'air, sollicité vers la partie supérieure du baril, ne pouvoit, lorsque le baril descendoit, s'échapper par le haut du tuyau, à moins que l'extrémité qui pendoit ne fût relevée.

Ces barils remplis d'air étoient attachés à des cordages pour les faire monter et descendre alternativement, comme deux seaux; de petites cordes attachées au bord de la cloche servoient à les diriger dans la descente, de manière qu'ils se présentoient sous la main du plongeur qui se mettoit sur le plateau pour les recevoir, et qui relevoit les extrémités des tuyaux; alors l'air renfermé dans les barils s'élançoit avec impétuosité dans la cloche, et étoit remplacé par l'eau.

On retiroit le baril vide d'air; on en faisoit descendre un autre, et l'on renouveloit ainsi l'air avec tant d'abondance, que *Halley* fut lui-même un des cinq plongeurs qui descendirent dans l'eau jusqu'à la profondeur de dix-huit pieds, et qui y restèrent une heure et demie sans le moindre danger, l'intérieur de la cloche ayant toujours été parfaitement sec.

Halley ne prit d'autre précaution que celle de laisser descendre la cloche peu à peu et de suite, jusqu'à la profondeur de douze pieds; il la fit arrêter ensuite, prit, avant de s'immerger davantage, de l'air pur dans quatre ou cinq barils, et fit sortir toute l'eau qui étoit entrée dans la cloche. Arrivé à la profondeur qu'il vouloit atteindre, il laissa sortir par le robinet dont le haut de la cloche étoit garni, l'air méphitisé par la respiration, qu'il remplaça par celui qui était renfermé dans les barils: quelque petite que fût cette ouverture, l'air s'en échappoit avec tant de violence, qu'il fit bouillonner la surface de la mer.

Tel est le moyen que *Halley* a employé avec succès pour rester au fond de l'eau sans être mouillé par le liquide, et sans perdre l'influence salutaire de l'air atmosphérique. Lorsque le temps est serein, l'intérieur de la cloche se trouve assez éclairé par le moyen de la petite fenêtre pratiquée à sa partie supérieure, pour qu'on puisse lire et écrire facilement. Si le temps est sombre et nébuleux, on peut tenir dans la cloche une bougie allumée. Il est arrivé à *Halley* d'envoyer des ordres tracés avec une plume de fer

sur une plaque de plomb, pour demander qu'on le changeât de place.

Halley assure qu'à la faveur d'un autre procédé, il a procuré au plongeur la liberté de sortir de la cloche, et de s'en éloigner à une assez grande distance, en lui fournissant un courant d'air continuel par de petits tuyaux, qui ensuite lui servaient de guides pour le ramener vers la cloche.

Boyle parle d'un vaisseau propre à être conduit à la rame sous l'eau, qui avoit été imaginé par *Drebell*, et d'une liqueur qui conservoit à l'air du vaisseau sa fraîcheur et sa salubrité.

Ce vaisseau a été construit pour le roi Jacques Ier.; il contenait douze rameurs, sans compter les passagers. L'essai en fut fait dans la Tamise, et un des navigateurs vivait encore, lorsque *Boyle* en a écrit la relation.

PLONGEUR. C'est ainsi qu'on nomme celui qui descend dans l'eau, et qui a contracté l'habitude d'y rester assez long-temps sans être étouffé.

PLUIE. On appelle *pluie* l'eau qui tombe du sein de l'atmosphère sur la surface de la terre, sous forme de gouttes.

Je distingue deux sortes de *pluies*, la *pluie d'orage* et la *pluie ordinaire*. J'ai parlé ailleurs de la pluie d'orage, c'est-à-dire de celle qui tombe dans un temps où l'éclair brille, où le tonnerre se fait entendre, et j'ai tâché de dévoiler le mécanisme de sa formation. (*Voyez* l'article Orage.) Il n'est question ici que de la pluie ordinaire.

1°. L'eau et l'air exercent l'un sur l'autre une attraction réciproque, mais inégale, en vertu de laquelle l'eau dissout de l'air, et l'air dissout de l'eau, mais en plus grande proportion; car si l'on laisse de l'air bien sec sur de l'eau bien purgée, l'eau et l'air satisfont leur action réciproque, et il s'établit deux saturations. Un pied cube de cet air donne, suivant les expérience de *Saussure*, dix à douze grains d'eau.

2°. L'air dissout d'autant plus d'eau, que sa température est plus élevée. (*Voyez* à ce sujet le mot Air, article qui traite de sa faculté dissolvante.)

3°. L'air dissout d'autant plus d'eau, qu'il est plus comprimé. (*Voyez* le mot Air, même article que le précédent.)

Il suit de ces principes réunis, 1°. que l'atmosphère contient toujours une quantité d'eau proportionnelle aux deux causes qui concourent à produire la dissolution de l'eau par l'air; savoir : la pression et la température.

2°. Que la pression et la température augmentant ensemble ou séparément, la faculté dissolvante de l'air augmente, ce qui fait voir que, pendant les ardeurs brûlantes de l'été, l'atmosphère contient une grande quantité d'eau qui n'altère point sa transparence, parce qu'elle est parfaitement dissoute, et qui ne manifeste pas même sa présence sur le cheveu de l'hygromètre. (*Voyez* Hygromètre et Humidité.)

3°. Que si la pression et la température diminuent ensemble ou séparément, l'air doit abandonner une partie de l'eau qu'il tient en dissolution. Les molécules d'eau, abandonnées par l'air, abandonnent l'état élastique, reconvrent la forme liquide; et celles qui se trouvent au voisinage les unes des autres, obéissant aux lois

de l'attraction, se réunissent et se précipitent, en vertu de la pesanteur, sur la surface de la terre : d'où il résulte que la pluie ordinaire a pour cause l'abandon que fait l'air d'une partie de l'eau qu'il tient en dissolution; et cet abandon est toujours déterminé par une diminution de pression ou de température, quelquefois même par une diminution simultanée de l'intensité de ces deux causes.

La précipitation de l'eau tenue en dissolution par l'air, ne me paroît pourtant pas pouvoir suffire à la production de cette quantité de pluie qui inonde la surface de la terre. Les nuages sont encore le produit des brouillards, et ceux-ci ont pour cause une combinaison avec excès d'eau qui s'est formée dans des circonstances favorables, au point de contact des eaux et de l'air atmosphérique, et qui peut être rassemblée en cet état par les vents qui soufflent des mers et des lieux humides. Cette combinaison d'air avec excès d'eau, pourra exister en certaine quantité dans une couche d'air, sans prendre l'apparence de nuage sensible; mais la compression de l'air devenu moins transparent, lui donnera la forme vésiculaire.

Ajoutons à cela que les pluies d'orage paraissent prendre naissance dans la combinaison des bases du gaz oxigène et du gaz hydrogène, que l'étincelle électrique enflamme dans les hautes régions de l'atmosphère. (*Voy.* l'article Orage.)

La pluie n'étant autre chose que des molécules d'eau que l'air abandonne après les avoir dissoutes, il est visible que cette dissolution doit être plus abondante au-dessus des mers et des grands lacs, qu'au-dessus des terres qui fournissent beaucoup moins à l'évaporation. Voilà pourquoi les pluies, toutes choses égales d'ailleurs, sont beaucoup plus fréquentes dans les voisinages des côtes, que dans le milieu des continens et des grandes îles. Voilà pourquoi le vent d'ouest et le vent de sud nous donnent souvent de la pluie; car le vent d'ouest nous apporte les nuages formés sur l'océan, et le vent du sud nous amène ceux qui se forment sur la Méditerranée.

Personne n'ignore que la pluie produit, suivant les circonstances, de bons ou de mauvais effets.

Les pluies de printemps et d'été sont ordinairement salutaires; elles rafraîchissent l'air, purifient l'atmosphère, tempèrent l'activité d'une chaleur incommode, humectent la terre desséchée et aride, portent aux plantes qui languissent l'aliment nécessaire à la végétation.

Les pluies d'automne et d'hiver deviennent funestes, lorsqu'elles sont trop abondantes. Alors elles impriment à l'air qui nous environne sans cesse, un caractère d'humidité dont l'influence sur l'économie animale n'est que trop souvent dangereuse; elles retardent la maturité des fruits, nuisent aux progrès de la végétation, dégradent les routes, font déborder les rivières, et arrêtent ainsi le cours de la navigation.

On mesure depuis long-temps à l'observatoire de Paris, la quantité de pluie qui tombe pendant le cours de chaque année. L'instrument qui sert à cet usage, consiste en un vaisseau de forme cylindrique, dans l'intérieur duquel est graduée, dans le sens de sa hauteur, une échelle divisée en centimètres et en millimètres, ou en pouces et en lignes. Toutes les fois

qu'il pleut, on observe de combien de lignes l'eau s'est élevée dans le vaisseau : on prend note de cette élévation ; et à la fin de l'année, on voit, par une simple addition, quelle est la quantité de pluie qui est tombée pendant les douze mois. Ces observations répétées avec soin pendant une longue suite d'années, nous ont appris qu'il tombe, année commune à Paris, environ dix-neuf pouces d'eau. Des observations semblables faites en Angleterre, en Allemagne, en Suisse, en Hollande, font voir que la quantité de pluie qui tombe, année commune, à Londres, est de trente-sept pouces et demi, mesure anglaise, ce qui fait environ trente-cinq pouces deux lignes de France; à Rome, de vingt pouces; à Pise, de trente-quatre pouces et demi; à Padoue, de trente-sept pouces et demi; à Leyde, de vingt-neuf pouces et demi; à la Haye, de vingt-sept pouces et demi; à Zurich, en Suisse, de trente-deux pouces; à Wirtemberg, de seize pouces et demi; à Lyon, de trente-sept pouces. Ces résultats ont été donnés, en additionnant les quantités de pluie tombées pendant plusieurs années, et en divisant cette somme par le nombre des années.

Je crois inutile de parler avec détail de ces pluies de sang, de soufre, de crapauds, etc., dont la chimérique existence va se perdre dans ces siècles d'ignorance et de barbarie, si féconds en préjugés et en erreurs.

Il est vrai qu'il est fait mention, dans les *Mémoires de Breslaw*, octobre 1721, d'une pluie de soufre qui mit l'alarme dans la ville de Brunswick. En 1649, les habitans de Copenhague crurent aussi ramasser du soufre dans les rues, après une grosse pluie. En 1677, *Scheuchzer* observa à Zurich, en Suisse, une poudre jaune qui tomba en abondance, et qu'il étoit aisé de prendre pour du soufre; mais après un mur examen, il reconnut que c'étoit la poussière des étamines des jeunes pins, qui étoient fort communs dans les environs du lac. Il tomba à Bordeaux, il n'y a pas très-long-temps, une quantité considérable d'une poudre jaune, dont on envoya quelques paquets à l'académie des Sciences : cette poudre n'étoit aussi que de la poussière des étamines de pins, qui se trouvent abondamment dans ces contrées.

Des taches rougeâtres, empreintes sur les murailles, ont fait croire à l'existence des pluies de sang; mais un examen réfléchi n'a pas tardé à faire voir que ces taches étoient produites par quelques gouttes d'une liqueur rouge, que répandent, en sortant de leur chrysalide, certains papillons, dont les chenilles vont s'attacher aux murs, lorsqu'elles veulent subir leur première métamorphose. Ce qui a confirmé cette opinion sur l'origine de ces taches, c'est qu'elles se sont trouvées, non seulement dans les endroits exposés à la pluie, mais encore dans les endroits couverts, et qu'immédiatement après, l'air s'est trouvé rempli d'une multitude de papillons de la même espèce.

De ce qu'on a vu quelquefois des crapaux sur la terre, immédiatement après la pluie, il faut se garder de conclure qu'ils sont tombés du sein de l'atmosphère : il me paroît bien plus raisonnable de penser que ces petits animaux étoient cachés sous l'herbe ou renfermés dans des trous, et que la pluie les a déterminés à abandonner leurs retraites.

Quant aux pluies de sable dont de nombreuses observations semblent confirmer l'existence, il est aisé de concevoir que lorsqu'un vent impétueux souffle de bas en haut sur les rivages des mers, il est toujours doué d'une force plus que suffisante pour enlever des masses de sable, les transporter à une grande hauteur dans les régions atmosphériques, jusqu'à ce que l'air qui leur a servi de véhicule ait perdu son mouvement. Ces masses de sable, déposées ainsi dans un air tranquille, doivent obéir aux loix de la pesanteur, et se précipiter sur la surface de la terre.

Le tableau suivant indique la quantité de pluie tombée à Paris chaque année, depuis et compris 1702 jusqu'en 1757 : la neige réduite en eau en fait partie.

Années.	Pouces.	Lignes.
1702	16	4
1703	17	4
1704	19	10
1705	13	11
1706		
1707	17	11
1708	18	6
1709	21	9
1710	15	9
1711	25	2
1712	21	2
1713	20	7
1714	14	9
1715	17	6
1716	14	4
1717	17	8
1718	13	2
1719	9	4
1720	17	2
1721	12	7
1722	14	6
1723	7	8
1724	12	4
1725	17	6
1726	11	4
1727	13	8
1728	15	2
1729	17	
1730	16	
1731	19	
1732	13	9
1733	9	9
1734	17	4
1735	13	10
1736	15	
1737	15	10
1738	14	9
1739	19	1
1740	21	6
1741	12	10
1742	12	9
1743	13	2
1744	16	10
1745	12	5
1746	14	5
1747	15	11
1748	17	8
1749	19	
1750	20	10
1751	23	2
1752	19	4
1753	17	7 ½
1754	14	6
1755	19	9
1756	23	4
1757	22	5

Terme moyen de la pluie tombée à Paris, depuis et compris 1702, époque où l'on a commencé à la mesurer.

De 1702 à 1711, 18 pouces et demi.
De 1711 à 1720, 17 pouces 1 lign.
De 1721 à 1730, 13 pouces 9 lign.
De 1731 à 1740, 16 pouces.
De 1741 à 1750, 15 pouces 7 lign.
De 1750 à 1757, 20 pouces.

PLURALITE DES MONDES. Toutes les planètes sont animées, comme la terre, d'un mouvement de translation et d'un mouvement de rotation, à en juger par celles qui sont, pour ainsi dire, à notre voisinage, telles que la Lune, Mars et Vénus; elles partagent, avec la terre, le privilège d'avoir des montagnes et des vallées, des lacs et des îles, etc. Il y a donc entre la terre et les planètes de grands traits de ressemblance; et si nous suivons le fil de l'analogie, tout nous porte à croire que toutes les planètes sont habitées comme la terre : il ne faut pourtant donner à cette conclusion que le degré de confiance qu'elle mérite. *Laplace* a déjà prouvé, dans son exposition du *Système du monde*, que si la lune a une atmosphère, sa rarité surpasse celle de l'air raréfié, autant qu'il est possible, à l'aide de la pompe pneumatique. Il suit d'ailleurs des observations de *Schroeter*, que l'atmosphère de la lune est vingt-neuf fois plus rare que celle de la terre, d'où il paroît résulter que si la lune est habitée, elle l'est par des animaux d'une espèce différente de celle qui peuple la surface de la terre.

PNEUMATIQUE. Science qui a pour objet les propriétés des fluides élastiques, et les lois qu'ils suivent dans leur pesanteur, leur élasticité, leur condensation, etc. (*Voyez* les articles Air, Atmosphère et Gaz.

PNEUMATIQUE (Machine). *Voyez* Machine pneumatique.

PNEUMATIQUE (Cuve-hydrargiro-). *Voyez* Cuve hydrargiro-pneumatique).

PNEUMATO-CHIMIQUE (Appareil). *Voyez* Appareil pneumato-chimique).

PNEUMATO CHIMIQUE (Cuve). *Voyez* Cuve pneumato-chimique.

POIDS. C'est la force avec laquelle un corps tend à se précipiter vers le centre de la terre; et comme la force se compose de deux élémens combinés, la masse et la vitesse, (*voyez* l'article Force) et que d'ailleurs la vitesse ou la pesanteur de chacune des molécules qui composent le corps est la même, (*voyez* Pesanteur); il est visible que le poids d'un corps est toujours proportionnel à sa masse, c'est-à-dire à la quantité de matière qu'il contient. Ainsi, plus un corps contient des molécules de matière, plus il a de poids; et c'est ce qu'on appelle *poids absolu*.

On nomme *poids relatif*, le poids d'un corps comparé à son volume : le *poids relatif* d'un corps est donc d'autant plus grand que son volume est plus petit, le *poids absolu* restant le même; ainsi le *poids relatif* d'un corps peut changer, quoique son *poids absolu* ne souffre aucune altération. Le *poids relatif* d'un corps deviendra plus grand, sans que son *poids absolu* change, si son volume diminue sans déperdition de matière. Le *poids relatif* d'un corps deviendra plus petit sans que son *poids absolu* change, si son volume augmente, sans addition de matière. De même le *poids relatif* de deux corps peut être différent, quoique leur *poids absolu* soit le même : et il suffit pour cela qu'ils aient différent volume. Enfin, le *poids relatif* de deux corps peut être le même quoique leur *poids absolu* soit différent, et cela arrive toutes les fois que les volumes varient dans le même rapport que les *poids absolus*. C'est le *poids relatif* qu'on connoît sous le nom de *densité*. (*Voyez* Densité.)

POIDS. *Terme de mécanique.* C'est l'une des forces qu'on emploie en mécanique pour produire le mouvement. Tels sont tous les corps inanimés, en vertu de leur tendance à se précipiter vers le centre de la terre. Les poids ont sur les autres puissances l'avantage de donner un mouvement uniforme à une machine. Aussi les fait-on servir à imprimer aux horloges un mouvement qui approche de l'uniformité. Pour que l'uniformité fut parfaite, le volume des poids devroit être constant. Cela n'est point; ce volume s'altère par l'influence du chaud et du froid. (*Voyez* Calorique, Chaud et Froid.)

Il arrive souvent que pour appliquer les poids aux machines, et les mettre en état d'agir, il faudroit employer autant, et même plus de force qu'ils n'en ont eux-mêmes. Un poids, par exemple, de 50 kilogrammes (100 livres) qu'on voudroit faire agir en descendant de la hauteur de 10 mètres (30 pieds) demanderoit plus de 50 kilogrammes de force pour être élevé à cette hauteur, à cause du frottement de la machine, à laquelle on voudroit l'appliquer. Dans ce cas là on ne doit pas se servir de poids; il vaut mieux appliquer immédiatement à la machine la force qu'on emploieroit pour monter le poids, à moins que le cas n'exige que la puissance agisse de haut en bas, comme lorsqu'on enfonce des pilotis à l'aide du mouton.

POIDS (Contre). *Voyez* Contre-poids.

POINT D'APPUI. *Terme de mécanique.* C'est dans une machine, la partie autour de laquelle les autres se meuvent, et sur laquelle elles reposent. Dans un levier, par exemple, c'est le point sur lequel le levier est en mouvement. Dans une balance, c'est le point de la châsse qui soutient l'axe du fléau, etc. Quelquefois, le point d'appui n'est pas un point unique, mais une suite de points; cela arrive dans une sphère. Tous les points de l'axe lui servent de point d'appui.

On peut toujours regarder le point d'appui comme une troisième puissance qui fait équilibre à la force motrice et à la résistance, ou qui concourt avec l'une des deux pour soutenir l'effort de l'autre.

Dans les leviers du premier genre, le point d'appui qui se trouve toujours placé entre la puissance et la résistance, porte l'effort absolu de ces deux forces, lorsque leurs directions sont parallèles entre elles; et l'effort que soutient le point d'appui a une direction parallèle à celles de ces forces. Mais si les directions de la puissance et de la résistance sont inclinées l'une à l'autre, le point d'appui est chargé d'une quantité plus petite que la somme totale des deux forces, et d'autant plus petite que cette inclinaison est plus grande. L'effort que soutient le point d'appui se fait alors dans une direction qui tend au point de concours des directions des puissances. Il en seroit de même si deux puissances étoient en équilibre par inégalité de distance au point d'appui, c'est-à-dire dans le cas où leurs masses seroient en raison inverse de leurs distances à ce point. La charge sur ce point d'appui ne seroit jamais plus grande que la somme des deux forces, ou la somme des masses opposées: elle égaleroit cette somme, si les directions des puissances étoient parallèles entre elles; elle seroit moindre que cette somme, si ces directions étoient inclinées l'une à l'autre: et alors l'effort sur le point d'appui se fe-

roit dans une ligne qui tendroit au point de concours de ces directions.

Le point d'appui ne porte, dans le levier du second genre, qu'une partie de l'effort de l'une des deux forces; c'est-à-dire qu'il concourt avec la puissance ou avec la résistance pour porter l'effort de l'autre.

POINT D'INCIDENCE. Lorsqu'un corps tombe sur un autre, le point où il va le toucher se nomme point d'incidence : ainsi, lorsqu'un rayon lumineux tombe sur un miroir, le point de sa surface où le rayon aboutit est le point d'incidence.

POINT LUMINEUX. On appelle ainsi chaque point d'un corps lucide ou éclairé d'où partent des rayons divergens.

On nomme aussi point lumineux le point qu'on aperçoit à l'extrémité d'une pointe que l'on présente à une distance convenable d'un conducteur électrisé par un plateau ou par un tube de verre.

POINTES ÉLECTRIQUES. On a donné ce nom aux extrémités pointues des corps électrisables par communication. Elles ont la propriété de soutirer plus efficacement et de plus loin le fluide électrique d'un corps actuellement électrisé, que ne le feroient des corps conducteurs dont la surface seroit arrondie. C'est à Franklin que nous devons la découverte de cette singulière propriété qui a reçu le nom de *pouvoir des pointes*, et dont ce célèbre physicien a fait de si heureuses applications. (*Voyez* POUVOIR DES POINTES).

POINTES (Pouvoir des). *Voyez* POUVOIR DES POINTES.

POINTS CARDINAUX. On a donné ce nom à quatre points de l'horizon, savoir : les deux points nord et sud, où le grand cercle est coupé par le méridien, et les deux points orient et occident, où le même cercle est coupé par l'équateur.

Le *nord* ou *septentrion* est le point de l'horizon que le méridien coupe du côté du pôle nord, c'est à dire celui vers lequel on est tourné, lorsqu'on regarde le pôle élevé au-dessus de notre horizon.

Le *sud* ou *midi* est le point de l'horizon que le méridien coupe du côté du pôle sud, c'est-à-dire du côté où le soleil nous paroît au milieu du jour.

L'*orient* ou l'*est* est le point de l'horizon que l'équateur coupe du côté où les astres se lèvent.

L'*occident* ou l'*ouest* est le point de l'horizon que l'équateur coupe du côté où les astres se couchent.

Ces quatre points divisent l'horizon en quatre parties égales; et c'est de ces quatre points que soufflent les quatre vents principaux; savoir : le *vent de nord*, le *vent de sud*, le *vent d'est*, et le *vent d'ouest*.

POINTS ÉQUINOXIAUX. C'est ainsi qu'on nomme les deux points d'intersection de l'écliptique avec l'équateur. Ces deux points sont, le premier point du Belier, et le premier point de la Balance. Lorsque le soleil se trouve dans l'un de ces deux points, les jours sont égaux aux nuits pour tous les peuples de la terre, parce qu'alors le soleil décrit l'équateur, qui est toujours coupé par l'horizon en deux parties égales.

Lorsque le soleil arrive au premier de ces points, le printemps commence pour nous; et lorsqu'il arrive au second c'est le commencement de notre automne.

POINTS SOLSTICIAUX. On ap-

pelle ainsi les deux points de l'écliptique, les plus éloignés de l'équateur. Ces deux points sont le premier *point du Cancer*, et le premier *point du Capricorne*, dont la distance à l'équateur est de 23 degrés et demi, l'un vers le nord, l'autre vers le sud. Lorsque le soleil arrive au premier de ces points, notre été commence, et lorsqu'il arrive au second, c'est pour nous le commencement de l'hiver.

POISSON AUSTRAL. Les astronomes ont donné ce nom à une constellation de la partie australe du ciel qui est située au-dessous du Capricorne et du Verseau, et au-dessus de la Grue : c'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*. *La Caille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences, année* 1752, *pl.* 20.

Il y a dans la constellation du poisson austral une étoile de la première grandeur placée à la bouche du poisson, et qui est connue sous le nom de *fomahand*. Dans les cartes et dans les globes célestes ce poisson est représenté comme buvant l'eau que répand le Verseau.

POISSON VOLANT. C'est ainsi que les astronomes appellent une des petites constellations de la partie australe du ciel qui est située au voisinage du pôle austral de l'écliptique, entre le Navire et la montagne de la Table : c'est une des 12 constellations décrites par *Jean Bayer*, et ajoutées aux 15 constellations méridionales de *Ptolémée*. *La Caille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences, année* 1752, *pl.* 20.

Cette constellation ne se montre jamais sur notre horizon, parce qu'elle se compose d'étoiles dont la déclinaison méridionale est trop grande pour qu'elles puissent jamais se lever à notre égard.

POISSONS. C'est le nom du douzième signe du zodiaque, et en même temps de la douzième partie de l'écliptique, dans laquelle le soleil nous paroît entrer vers le 18 février. Lorsque le soleil paroît arriver au dernier point de ce signe, l'hiver finit pour les peuples qui habitent l'hémisphère boréal, et la même époque annonce la fin de l'été pour les habitans de l'hémisphère austral. Cette constellation renferme 36 étoiles remarquables : savoir, une de la troisième grandeur, 6 de la quatrième, 19 de la cinquième et 10 de la sixième. (*Voyez* CONSTELLATIONS.) Des deux poissons qui forment cette constellation l'un est appelé *septentrional* et l'autre *méridional* : celui qui est le plus voisin de la constellation connue sous le nom d'*Andromède* est le septentrional, et celui qui est au voisinage de la constellation appelée *Pégase* est le méridional.

POLAIRE (Étoile.) *Voy.* ÉTOILE POLAIRE.

POLAIRES (Cercles.) *Voyez* CERCLES POLAIRES.

POLARITÉ. C'est la propriété qu'a l'aimant ou un corps aimanté quelconque de se diriger vers les pôles du monde. (*Voyez* AIMANT, AIGUILLE AIMANTÉE et MAGNÉTISME.)

POLE. C'est le nom qu'on a donné à l'extrémité d'une droite qui, étant perpendiculaire à un plan circulaire, passe par son centre. Cette

droite perpendiculaire au plan, et passant par son centre, est appelée *axe*. Ainsi les pôles d'un cercle sont les deux extrémités de son axe; les pôles d'une sphère sont les deux extrémités de l'axe de cette sphère, c'est-à-dire, deux points qui sont distans de 90 degrés ou de 100 degrés, division décimale du cercle, dans des sens opposés, de tous les points de la circonférence de l'équateur de cette sphère.

POLES DE L'AIMANT. On appelle ainsi les côtés de l'aimant où la vertu magnétique se concentre, et qui, lorsque l'aimant a la faculté de se mouvoir, se dirigent vers les pôles du monde. (*Voyez* AIMANT.)

POLES DE L'ÉCLIPTIQUE. Ce sont deux points situés aux deux extrémités de l'axe de l'écliptique. De ces deux pôles l'un est appelé *pôle septentrional* ou *boréal* parce qu'il est placé dans la partie septentrionale du monde; et l'autre se nomme *pôle méridional* ou *austral*, parce qu'il se trouve dans la partie méridionale. Chacun de ces pôles est éloigné de 23 degrés et demi de l'un des pôles du monde.

C'est sur les pôles de l'écliptique que les étoiles paroissent faire leur révolution d'occident en orient dans l'espace d'environ 29520 ans.

POLES DE L'ÉQUATEUR. Ces pôles sont les mêmes que les pôles du monde. (*Voyez* PÔLES DU MONDE.)

POLES DE L'HORIZON. Ce sont les deux extrémités de l'axe de l'horizon de ces deux pôles; le supérieur est celui qu'on nomme *zénith*, et l'inférieur est celui qu'on appelle *nadir*. (*Voyez* les mots ZÉNITH et NADIR.)

POLES DU MÉRIDIEN. Ce sont les deux points extrêmes de l'axe du méridien. Ces deux points sont ceux du vrai orient et du vrai occident pris sur l'horizon; ou bien ce sont les deux points de l'horizon qui coupent l'équateur, c'est-à-dire, les deux points où le soleil se lève et se couche au commencement du printemps et de l'automne.

De ces deux pôles l'un s'appelle *pôle oriental*, parce qu'il est dans l'hémisphère oriental, et l'autre se nomme *pôle occidental*, parce qu'il est dans l'hémisphère occidental.

POLES DU MONDE. On appelle ainsi les deux extrémités de l'axe du monde, c'est-à-dire, de l'axe de la terre prolongé jusqu'à la sphère céleste.

De ces deux pôles l'un est placé auprès de la constellation de l'Ourse, et est appelé pour cette raison *pôle arctique* ou *pôle septentrional*, ou *pôle boréal*; l'autre, qui est diamétralement opposé au premier, se nomme *pôle antarctique* ou *pôle méridional*, ou *pôle austral*.

C'est sur les pôles du monde que les étoiles paroissent faire, d'orient en occident, leur révolution diurne et leur révolution annuelle; la première, dans l'intervalle de vingt-trois heures cinquante-six minutes quatre secondes; la deuxième, dans l'espace de trois cent soixante-cinq jours six heures neuf minutes dix secondes trente tierces.

POLES DE LA TERRE. Ce sont les deux extrémités de l'axe de la terre, c'est-à-dire, de la droite qui, étant per-

pendiculaire au plan de l'équateur terrestre, passe par le centre de la terre.

C'est sur ces deux pôles que s'effectue, d'occident en orient, le mouvement de rotation de la terre dans l'intervalle de vingt-trois heures cinquante-six minutes quatre secondes.

POLÉMOSCOPE. *Hévélius* a donné ce nom à un instrument imaginé pour voir des objets cachés à nos regards directs. Il consiste en un miroir incliné qu'on place au fond d'une boîte ouverte, vis à vis du miroir, et qui renvoie l'image de l'objet à l'œil du spectateur. On peut s'en servir avec avantage, pour voir dans un temps de siège ce qui se passe dans le camp de l'ennemi. Les petites lunettes d'opéra, percées d'une ouverture latérale, et portant un petit miroir plan dans leur intérieur sont une espèce de polémoscope, à la faveur duquel on voit les personnes placées à côté de soi, tandis qu'on paroît regarder celles qui sont vis à vis.

POLI. On donne cette épithète à un corps dont la surface ne paroît avoir aucune inégalité. Le poli parfait n'existe point dans la nature; car tous les corps ont des pores, et conséquemment leurs surfaces sont composées d'éminences qui sont leurs parties solides, séparées par des intervalles vides qui sont leurs pores; mais nous appelons polies les surfaces dont les éminences et les cavités sont trop petites pour être aperçues sans le secours du microscope, par les yeux les mieux organisés.

POLLUX (et Castor). *Voyez* Castor et Pollux.

POLYACOUSTIQUE. Instrument qui sert à multiplier les sons, comme les verres à facettes multiplient les objets.

POLYÉDRE. Terme d'optique. C'est un verre à plusieurs facettes, plan d'un côté et convexe de l'autre, mais dont la convexité se compose de plusieurs plans droits.

Ce verre a la propriété de multiplier l'image d'un objet qu'on regarde à travers son épaisseur. Pour saisir la raison de cette multiplication d'images, il suffit de remarquer qu'un morceau de verre épais, dont les surfaces opposées, quoique planes, sont inclinées l'une vers l'autre, fait toujours voir les objets hors de leurs vrais lieux; parce que, de quelque manière qu'on se place en regardant au travers de ce verre, tous les rayons lumineux qui partent de l'objet pour arriver à l'œil, souffrent au moins une réfraction, soit en entrant, soit en sortant; il peut même se faire qu'ils en souffrent deux; et cela arrive lorsque ces rayons, tombant obliquement sur une des surfaces de ce verre, se trouvent encore, après être entrés, obliques à l'autre surface; et si ce verre est taillé de manière que sa surface convexe ait des portions plus inclinées les unes que les autres à l'autre surface, alors ce verre fait voir l'image de l'objet en même temps en différens lieux : car les faces planes, dont se compose la surface convexe, étant toutes différemment inclinées à la grande surface plane, font converger chacune séparément, vers le même œil, des rayons qui partent des extrémités opposées de l'objet, d'où résultent évidemment autant d'images qu'il y a de facettes dans la surface convexe du *polyèdre*.

On peut aussi employer le polyèdre à rassembler les images de plusieurs objets dispersés, ou seulement les images de quelques parties de chacun de ces objets, pour en composer

une image unique. Il existe un tableau qui, à la vue simple, représente les têtes de douze empereurs romains : ce même tableau, considéré à travers un polyhèdre, n'offre plus qu'une tête qui est celle de Louis XV; son image se compose de celles de différentes parties de ces têtes.

Il est facile de faire une image défigurée, qui paroîtra régulière si on la regarde à la faveur d'un polyèdre : pour cela, à une extrémité d'une table horizontale, on en élève une autre à angles droits, où l'on puisse dessiner une figure; et sur l'autre extrémité, on en élève une seconde qui serve comme d'appui ou de support, et qui soit mobile sur la table horizontale; on applique, à la table qui sert de support, un polyèdre plan convexe, consistant, par exemple, en 24 triangles plans; on adapte le polyèdre à un tube qui peut, à volonté, s'allonger et se raccourcir; l'extrémité tournée vers l'œil ne doit avoir qu'une très-petite ouverture et être un peu plus éloignée que le foyer : on éloigne la table d'appui de l'autre table perpendiculaire, jusqu'à ce qu'elle soit hors de la distance du foyer, et cela d'autant plus que l'image doit être plus grande; au-devant de la petite ouverture, on place une lampe, et sur le plan vertical on sur du papier que l'on y applique, on met au trait les aréoles lumineuses qui partent des faces du polyèdre.

On dessine, dans ces différentes aréoles, les différentes parties d'une image, de manière qu'étant jointes ensemble elles fassent un tout, ayant soin de regarder de temps en temps à travers le tube pour guider et corriger les couleurs, et pour voir si les différentes parties se répondent ou s'assortissent bien exactement.

On remplit les espaces intermédiaires de toutes sortes de figures ou de dessins à volonté, de manière qu'à la vue simple le tout offre une apparence fort différente de celle qu'on se propose de représenter avec le polyèdre.

Alors si l'on regarde par la petite ouverture du tube, on voit les différentes parties qui sont dispersées dans les aréoles, se réunir pour former une image continue, parce que tous les objets intermédiaires disparoissent entièrement.

POLYOPTRE. C'est ainsi qu'on nomme un instrument qui sert à multiplier les objets, mais à les faire paroître plus petits qu'ils ne sont réellement. Cet instrument se compose, comme une lunette d'approche, d'un verre objectif et d'un oculaire. L'objectif est plan des deux côtés; mais il a, du côté intérieur, plusieurs petites cavités en forme de lentilles : plus ces cavités sont petites, plus l'objet paroît petit, et il se forme autant d'images de l'objet, que l'objectif renferme de cavités. L'oculaire est convexe des deux côtés.

Pour construire un polyoptre, on prend un verre plan de deux côtés, dont le diamètre soit de 81 millimètres (3 pouces); et l'on fait, dans son épaisseur, des segmens sphériques, dont la largeur ait à peine la cinquième partie d'un doigt.

Alors si on éloigne le verre de l'œil, jusqu'à ce qu'on puisse embrasser, d'un seul coup-d'œil, toutes les concavités, on voit le même objet comme à travers d'autant de verres concaves qu'il y a de concavités; mais cet objet paroît fort petit.

On ajuste ce verre de la même manière

qu'un objectif à un tube, dont une ouverture que je nomme A soit égale au diamètre du verre; et l'autre ouverture B soit égale à celle d'un oculaire qui ait à peu près vingt-sept millimètres (un pouce) de largeur.

La longueur du tube doit être égale à la distance, qui doit, d'après l'expérience, séparer l'objectif de l'oculaire.

On ajuste à l'ouverture B un oculaire convexe, dont la distance du foyer principal soit un peu plus grande que la longueur du tube, afin que le point où commence la divergence des rayons, après leur réfraction dans l'objectif, puisse être au foyer de l'oculaire.

Alors si l'on approche l'œil de l'oculaire, on voit un seul objet répété autant de fois qu'il y a de concavités dans l'objectif; mais il est fort diminué.

POLYSCOPE. C'est la même chose que polyèdre. (*Voyez* Polyèdre.)

POLYSPASTON. On a donné ce nom à un assemblage de mouffles qui contiennent plusieurs poulies. La machine qui en résulte sert à élever de très-gros fardeaux avec peu de force, à la faveur des mouffles et des cordes. Suivant le nombre des poulies dont la mouffle est composée, on lui donne différens noms: si elle contient trois poulies, on l'appelle *tripaste;* si elle en contient cinq, on la nomme *pentaspaste. Vitruve* donne la description de cette machine dans son *Architecture*, liv. 10, chap. 3 et 4; et *Perrault* en donne les figures dans sa traduction de *Vitruve*, pag. 301. (*Voyez* Poulie.)

POMPE. Machine hydraulique destinée à élever l'eau. Les pompes sont principalement composées d'un corps de pompe, d'un piston et de soupapes. Le corps de pompe est un cylindre creux, poli en dedans et d'un diamètre égal dans toute sa longueur. Le piston est un cylindre solide du même diamètre que l'intérieur du corps de pompe, et poli de manière à pouvoir glisser exactement dans le corps de pompe. Enfin les soupapes sont des cones tronqués de métal et de cuir qui se logent dans des cavités égales, de manière à rompre ou à permettre suivant les circonstances, la communication entre les différentes parties de la pompe. (*Voyez* Piston, soupape.)

Toutes les pompes qu'on peut imaginer, se réduisent à deux espèces; la pompe aspirante et la pompe foulante.

POMPE ASPIRANTE. La pompe aspirante (*fig.* 123 *pl.* 16) est composée d'un corps de pompe E F ouvert par le haut, et à la partie inférieure duquel est adapté le tuyau d'aspiration F P. Au point de réunion de ces deux pièces, est une soupape *s* qui, en s'élevant, permet à l'eau de passer du tuyau F P dans le corps de pompe, et qui en s'abaissant, l'empêche de sortir par la même voie. Dans le corps de pompe est un piston I qu'on met en jeu à la faveur d'un levier X Z Y. Au bas du corps de pompe, est un tuyau de décharge E avec une soupape S qui s'ouvre en dehors pour laisser sortir l'eau qui monte dans le corps de pompe. Cette pompe doit être située de manière qu'il n'y ait que l'extrémité inférieure du tuyau d'aspiration qui plonge dans l'eau.

Lorsque la pompe n'est pas en jeu, les deux soupapes S, *s* sont fermées par leur propre poids. Si l'on soulève le piston I, en donnant au levier X

Z Y la position *u* Z *y*, on soulève la colonne d'air qui repose dessus, et l'air qui est renfermé dans le tuyau d'aspiration depuis la surface de l'eau *a* jusqu'au piston, devient plus rare que l'air extérieur. Celui-ci presse donc avec avantage sur la surface de l'eau *a*, et l'oblige à monter dans le tuyau d'aspiration jusqu'à ce que l'air intérieur ait repris sa première densité en occupant moins de place : de sorte qu'après quelques coups de piston, l'eau arrive au corps de pompe, et forçant par son propre poids la soupape S, elle s'échappe par le tuyau de décharge E. La pression de l'air étant la seule cause de l'élévation de l'eau dans les pompes aspirantes, et cette pression étant égale à celle d'une colonne d'eau de 10,4 mètres (32 pieds), on voit que le tuyau d'aspiration ne peut pas avoir plus de 10,4 mètres de longueur. Il faudroit même pour donner cette longueur au tuyau d'aspiration, que la pompe fût faite avec toute la précision dont elle est susceptible, qu'elle fût placée au niveau de la mer, parce que c'est là que la pression de l'air est la plus forte ; enfin, que cette pression fût constante, ce qui n'arrive presque jamais. Aussi, dans l'usage ordinaire, ne donne-t-on aux tuyaux d'aspiration qu'environ 8 mètres (25 pieds) de longueur.

POMPE FOULANTE. La colonne d'eau qu'on élève à l'aide des pompes foulantes, repose quelquefois sur le piston que l'on tire (*fig.* 124, *pl.* 16) quelquefois la colonne d'eau résiste au piston que l'on pousse (*fig.* 125, *pl.* 16). Pour les distinguer, on donne aux premières le nom de pompes foulantes soulevantes ; et aux secondes, celui de pompes foulantes repoussantes.

Dans la pompe foulante soulevante (*fig.* 124 *pl.* 16), on distingue un corps de pompe A B, à la partie inférieure duquel est placé un bout de tuyau B N, ouvert par le bas, ou mieux encore, percé de trous dans toute sa longueur. Au point de réunion de ce bout de tuyau avec le corps de pompe, est une soupape *s* qui, en se soulevant, permet à l'eau d'entrer dans le corps de pompe ; mais qui ensuite, en s'abaissant, ne lui permet pas d'en sortir. Dans ce corps de pompe, est un piston I percé de part en part, garni dans sa partie supérieure d'une soupape S, et surmonté d'une fourchette *x*, par laquelle il est joint, au moyen d'une tête fendue comme celle d'un compas, à la tige *x* X qui le met en jeu à la faveur du levier X Z Y. A la partie supérieure A du corps de pompe est adapté le tuyau montant A T qui a son tuyau de décharge en T. Cette pompe doit être située d'une manière quelconque dans le bassin, en sorte que le corps de pompe A B soit tout entier au-dessous de la surface de l'eau A A.

Lorsqu'on soulève le piston I, en abaissant l'extrémité du levier Y Z X, de manière que le levier prenne la situation *y* Z *u*, ce piston s'élève dans le corps de pompe A B, d'une quantité égale à X *u* ; dans le même temps, la soupape *s* se soulève, et l'eau passe du bassin dans la pompe, par la pression de l'eau extérieure. Si l'on abaisse ensuite le piston, cette pression fait fermer la soupape *s*, et soulève la soupape S. L'eau qui étoit au-dessous du piston se trouve par-dessus. La soupape S s'abaisse et met obstacle à la sortie de l'eau lorsqu'on soulève de nouveau. Un second coup de piston

Digitized by Google

élèvera donc cette quantité d'eau, et permettra, par le même mécanisme, à une nouvelle quantité de passer dans la pompe, et de là au-dessus du piston, comme a fait la première : de sorte que par un certain nombre de coups de piston, on parviendra à remplir le tuyau montant A T; et alors, à chaque coups de piston, il sortira par le tuyau de décharge T, une masse d'eau égale à un cylindre qui a pour base la largeur du piston, et pour longueur, l'espace que le piston parcourt dans le corps de pompe.

La pompe foulante repoussante est composée d'un corps de pompe C D (*fig.* 125 *pl.* 16) tout-à-fait fermé par le bas, entièrement ouvert par le haut, et dans lequel est un piston K qui ne diffère de celui de la pompe foulante soulevante, qu'en ce que la soupape S est placée à sa partie inférieure. Ce piston est mis en jeu à la faveur du levier Y X Z. Son tuyau montant D O est placé à côté du corps de pompe avec lequel il communique, et est garni d'une soupape *s* dans sa partie inférieure. Cette pompe doit être située dans le bassin, de manière que le corps de pompe C D soit tout entier au-dessous de la surface de l'eau.

Le corps de pompe est rempli d'eau qui tombe par l'ouverture C, et passe au travers du piston K dont la soupape S, d'après sa position, se trouve naturellement ouverte. Si l'on abaisse le piston K en donnant au levier YXZ la situation γ *u* Z, la résistance de l'eau contre la soupape la ferme aussitôt. Cette eau ne peut donc pas repasser au-dessus du piston, et conséquemment elle est forcée d'enfiler le tuyau montant D O, en soulevant la soupape *s*. Du moment qu'on retire le piston, la soupape *s* se ferme par la pression de l'eau qui est au-dessus; et la soupape S s'ouvre en retombant par son propre poids : il passe donc au-dessous du piston une nouvelle masse d'eau qui, par un second abaissement du même piston, est contrainte de passer, comme la première, dans le tuyau montant : de sorte que par un certain nombre de coups de piston, on parvient à remplir le tuyau montant D O. Tout se passe alors comme dans la pompe foulante soulevante. Si dans ces deux pompes le diamètre du piston est le même, ainsi que la hauteur perpendiculaire des tuyaux montans, les poids des deux colonnes d'eau sont évidemment égaux, et conséquemment ces deux pompes exigent la même force pour être mises en jeu.

La pompe aspirante et la pompe foulante présentent des inconvéniens qui en font souvent interdire l'usage. La première ne peut élever l'eau qu'à une petite hauteur; la seconde élève l'eau à une hauteur considérable; mais on est toujours obligé de placer son corps de pompe dans le bassin; et si l'on est forcé d'y travailler, il faut ou vider le bassin ou en retirer le corps de pompe. On fait disparoître ces sortes d'inconvéniens en employant des pompes tout à la fois aspirantes et foulantes.

POMPES ASPIRANTES et FOULANTES. Elles sont composées d'un corps de pompe GH (*fig.* 126, *pl.* 16) ouvert par le haut, et à la partie inférieure duquel est adapté le tuyau d'aspiration H V. Au point de réunion de ce tuyau avec le corps de pompe, est une soupape S, destinée au même usage que dans la pompe simplement aspirante. Dans le corps de pompe est un piston M qui n'est point percé

et qu'on met en jeu à l'aide de la tige *x* X et du levier Y X Z. A côté du corps de pompe et vers le bas, est adapté un tuyau montant H R, garni d'une soupape *s* dans sa partie inférieure, et d'un tuyau de décharge R dans sa partie supérieure. Cette pompe doit être située de manière qu'il n'y ait que l'extrémité inférieure du tuyau d'aspiration qui plonge dans l'eau.

Il est aisé de voir que la première action de cette pompe est d'être aspirante; car si l'on soulève le piston M, en donnant au levier Y X Z la situation *y u* Z, on soulève la colonne d'air qui repose dessus; l'air qui remplit le tuyau d'aspiration devient plus rare que l'air extérieur. Celui-ci agit donc avec avantage sur la surface de l'eau A A, et la détermine, après quelques coups de piston, à passer dans le corps de pompe. Alors si l'on abaisse le piston M, la soupape S se ferme, et l'eau est forcée d'enfiler le tuyau montant H R, en soulevant la soupape *s* qui, du moment que la pression cesse, retombe par son poids et par celui de l'eau qui est au-dessus.

Ces sortes de pompes présentent le double avantage d'élever l'eau à la hauteur qu'on veut atteindre, et d'avoir leurs corps de pompe placés hors de l'eau.

POMPE A VAPEUR ou POMPE A FEU. Pompe qui agit par le moyen de l'eau réduite en vapeur.

Les mouvemens de la pompe à vapeur prennent naissance dans le jeu d'un piston s'élevant et s'abaissant alternativement dans un cylindre creux qui communique avec une chaudière soumise à l'action d'une forte chaleur. Toutes les pompes à feu qui ont été exécutées jusqu'ici se ressemblent sous ce rapport, et elles ne diffèrent que par la manière dont la vapeur qui se forme dans la chaudière contribue au jeu du piston. Dans les premières machines de cette espèce qui ont été imaginées, la vapeur aqueuse agit exclusivement sur la partie inférieure du piston, détermine son élévation dans le cylindre, et le piston ne descend ensuite que par la pression de l'air atmosphérique.

Ce qui distingue la pompe à feu de Chaillot, dont nous devons la construction aux frères *Perrier* et l'invention à *Wats*, c'est le double emploi de la vapeur, dont une partie s'introduit en dessous du piston, comme dans les machines précédemment exécutées, et l'autre en dessus du même piston, en sorte que l'intérieur du cylindre n'a aucune communication avec l'air atmosphérique.

Pour concevoir le jeu de cette machine, supposons que le piston soit monté au point le plus élevé de sa course, où il est soutenu par un contre-poids placé à l'extrémité du balancier, opposée à celle qui conduit le piston du cylindre à vapeur. Alors il y a un vide dans toute la partie du cylindre située en dessous; la vapeur entre par dessus, et sa force, supérieure à celle du contre-poids, détermine la descente du piston dans la cavité du cylindre : une nouvelle vapeur pénètre subitement sous la base inférieure du piston, et le force de s'élever jusqu'à ce qu'il se trouve en équilibre entre les deux vapeurs : alors il continue de s'élever par l'action du contre-poids. A mesure que le piston monte, il refoule la vapeur qui est en dessus, et

qui va se rendre sous sa base inférieure pour remplir l'espace qu'il laisse vide par son ascension. Alors s'ouvre un tuyau latéral qui communique avec le bas du cylindre, et qu'on appelle *condenseur ;* la vapeur pénètre dans sa cavité, et une injection d'eau froide l'y condense.

Le piston redescend ensuite, et remonte alternativement en vertu d'une combinaison semblable des différentes actions produites par les deux vapeurs et par le contre-poids.

La machine de Chaillot, construite d'après ces principes, a pour objet d'élever l'eau d'un puisard qui communique avec la Seine, pour la distribuer en différens quartiers de Paris. Cette machine peut fournir 13710,904 mèt. c. (400000 pieds c.) d'eau en vingt-quatre heures. La vapeur soulève le piston d'un cylindre qui a 1 mètre 623 millimètres et demi (5 pieds) de diamètre, et qui est chargé d'une colonne d'air qui pèse plus de 21278 kilogrammes (43500 livres.)

Betancourt a fait construire à Paris, dans l'île des Cygnes, une pompe à feu, qui a de grands avantages sur celle de Chaillot. La vapeur s'y introduit aussi en dessous et en dessus du piston ; mais la perfection du mécanisme consiste en ce que l'injection d'eau froide se répète des deux côtés, en sorte qu'elle condense tour à tour la vapeur supérieure, en laissant à celle qui agit par dessous toute sa force pour élever le piston, et la vapeur inférieure pour donner lieu à celle qui passe dans le haut du cylindre d'exercer de même tout son effort sur la base supérieure du piston. Il en résulte que le piston est poussé avec la même force en montant et en descendant, d'où naissent des avantages bien marqués, dont le détail nous mèneroit trop loin. *Voyez* à ce sujet le second volume de l'Hydrodynamique de *Proni.*

La pompe de *Wats* paroissoit portée au plus haut degré de perfection qu'elle pût atteindre, surtout d'après les efforts inutiles de plusieurs de ses contemporains pour faire disparoître les défectuosités qu'elle présente ; elles consistent dans la grandeur du frottement, dans la complication du mécanisme, et principalement dans l'imperfection du vide, nécessitée par l'air dégagé de l'eau injectée pour opérer la condensation.

Ces défauts qui avoient résisté aux travaux d'un grand nombre de physiciens ont enfin cédé aux efforts de *Cartwright.* Il évite le frottement trop considérable des pistons en les faisant entièrement de métal ; et pour obtenir le vide, il condense la vapeur par l'application du froid aux surfaces extérieures d'un réservoir où elle est reçue. *Voyez* à ce sujet le premier numéro des Annales des arts et manufactures, qui renferme une description exacte de cette nouvelle machine.

POMPE D'INCENDIE. C'est une pompe aspirante et foulante, qui ne diffère des pompes ordinaires qu'en ce que son tuyau d'aspiration est très-court, et qu'au lieu d'un tuyau de décharge solide elle a un tuyau de cuir par lequel l'eau qui est pressée dans le corps de pompe s'échappe avec force.

La pompe aspirante et foulante ne donne pas un jet continu. Pour obtenir cette condition nécessaire à la

pompe d'incendie, on emploie un réservoir d'air dans lequel ce fluide est pressé pendant que la pompe jette l'eau; cet air se rétablit ensuite, et produit la continuation du jet. On voit que l'effet est double lorsqu'on se sert de ce réservoir; mais il faut aussi une force double, puisqu'il faut, pour comprimer l'air, la même force avec laquelle il réagit sur l'eau.

PORES. Intervalles qui se trouvent entre les molécules des corps, et qui sont vides de leur propre substance.

Tous les corps ont des pores (*Voy.* Porosité.); mais tous n'en ont pas également: ceux qui pèsent moins, sous le même volume, ont plus de pores que les autres, puisque le poids est toujours proportionnel à la masse.

Le nombre, la grandeur et la figure des pores des corps sont très-variables, comme il est aisé de s'en convaincre en les considérant à l'aide du microscope.

POREUX. On donne cette épithète aux corps qui ont des pores (*Voyez* Pores.); et comme nous ne connoissons aucun corps qui n'ait des pores, il faut en conclure que tous les corps sont poreux.

POROROCA. On a donné ce nom à un phénomène des marées, qu'on observe entre Macapa et le Cap nord, dans l'endroit où le grand canal du fleuve se trouve le plus resserré par les îles, et surtout vis-à-vis de la grande bouche de Larawarie, qui entre dans l'Amazone du côté du nord.

Aux environs des pleines et des nouvelles lunes, temps des plus hautes marées, les eaux de la mer atteignent presque subitement, c'est-à-dire en moins de deux minutes, la hauteur à laquelle elles ne parviennent ordinairement que dans l'intervalle d'environ six heures. Ce phénomène, auquel les Indiens de ce canton donnent le nom de *pororaca*, est annoncé par un bruit formidable qui se fait entendre à une grande distance. A mesure qu'il approche, le bruit augmente, et bientôt l'on voit s'avancer une masse d'eau d'environ cinq mètres (quinze pieds) de hauteur: une seconde, une troisième et quelquefois une quatrième la suivent de près, et occupent toute la largeur du canal; cette lame se meut avec une vitesse prodigieuse; rien ne résiste à la rapidité de son cours; elle déracine les arbres, renverse les rochers et applanit tous les endroits de son passage. Les canots, les barques mêmes n'ont d'autres moyens de se garantir de la fureur de ce flot, qu'en montant dans un endroit où il y ait beaucoup de fond.

Toutes les circonstances qui accompagnent ce phénomène ont été examinées avec soin par *la Condamine*, sur la petite rivière de Guama, voisine du Para. Il a toujours remarqué qu'il n'avoit lieu qu'au voisinage de l'embouchure des rivières, et lorsque le flot montant et engagé dans un canal étroit, rencontroit sur sa route un banc de sable ou un haut fond qui résistoit à son passage; que c'étoit là que commençoit ce mouvement impétueux et irrégulier des eaux, et qu'il cessoit un peu au-delà du banc, quand le canal redevenoit profond ou s'élargissoit considérablement. Il faut supposer que ce banc soit à peu près de niveau à la hauteur qu'atteignent les marées de nouvelle et pleine lune: c'est à sa rencontre que le cours du fleuve doit être suspendu par l'opposition du flux de la mer, qui forme un courant opposé. C'est là que les eaux, arrêtées de

part et d'autre, doivent s'élever insensiblement tant que le courant peut soutenir l'effort du flux, et jusqu'à ce que celui-ci l'emportant, rompe enfin la digue, et déborde au-delà en un instant.

On observe le même phénomène à Cayenne, où il est connu sous le nom de *la Barre*. On dit qu'il arrive quelque chose d'assez semblable aux îles Orcades, au nord de l'Ecosse, à l'entrée de la Garonne, aux environs de Bordeaux et dans la rivière de Dordogne, où il prend le nom de *Mascaret*. (*Voyez* MASCARET.)

POROSITÉ. Propriété qu'ont les corps d'être composés de molécules séparées par des intervalles vides de la propre substance de ces corps.

Le froid absolu n'existe pas dans la nature (*Voyez* FROID.): les molécules d'aucun corps ne sont donc rapprochées au point de se toucher immédiatement, et conséquemment elles admettent toutes entr'elles des intervalles vides de leur propre substance, ce qui constitue la *porosité*.

C'est ainsi que les vérités s'enchaînent, que la découverte d'une des propriétés du calorique nous conduit à démontrer la porosité des corps d'une manière plus simple et plus générale que ne l'ont fait jusqu'ici les physiciens. (*Voyez* CALORIQUE.)

La porosité n'est pas une propriété essentielle aux corps; elle les accompagne exclusivement dans certaines circonstances, c'est à-dire, lorsque le calorique les pénètre; et comme le calorique se trouve en plus ou moins grande quantité dans les corps, suivant leur plus ou moins d'attraction pour ce fluide, suivant leur plus ou moins de capacité pour le contenir, il s'ensuit que la porosité est une propriété accidentelle et variable, qu'on peut à volonté augmenter ou diminuer par une addition ou par une soustraction de calorique, et dont il seroit absolument possible de dépouiller entièrement les corps sans détruire leur existence.

La quantité de matière propre d'un corps est en raison inverse de sa porosité: d'où il résulte qu'on peut, par le poids, connoître le rapport de la porosité d'un corps à celle d'un autre corps. Pour apprécier la porosité absolue, il faudroit avoir un corps qui n'eût absolument aucun pore; si ce corps pesoit quatre grammes, et qu'un autre corps, ayant le même volume, pesât deux grammes, ce dernier corps seroit composé moitié d'étendue solide, et moitié d'étendue poreuse. De cette manière, on pourroit savoir au juste qu'elle est la quantité de matière ou de pores qui se trouve dans un corps. Mais nous ne connoissons aucun corps de cette espèce; il ne peut même en exister dans la nature, qui seroit alors sans mouvement et sans vie.

L'expérience confirme cette vérité. A la faveur de la machine pneumatique, on fait passer du mercure à travers une peau de buffle, et de l'eau à travers le fond d'un godet de bois, soudé à l'extrémité supérieure d'un tube de verre dans lequel on fait le vide. Une lame d'or ou de platine, bien mince et bien battue, présente un grand nombre de pores aux regards de l'observateur qui la considère à l'aide du microscope, et cependant l'or et le platine sont les plus denses de tous les corps connus.

A ces expériences, nous en joindrons une autre qui présente en même

temps un exemple de la porosité des corps, et une preuve non équivoque que les pores ne sont pas absolument vides de toutes matière étrangère, mais plutôt occupés par l'air ou par quelqu'autre fluide subtil interposé entre les molécules des corps.

Expérience.

On prend une pierre du genre de celles que l'on nomme *agate*, qui sont demi-transparentes, et assez dures pour étinceler par le choc du briquet: elle porte le nom d'*hydrophane*. Après l'avoir pesée, on la plonge dans l'eau; et on voit s'élever de sa surface, des files nombreuses de petites bulles d'air, qui se succèdent sans interruption. On la retire de l'eau; on la pèse de nouveau, et on trouve que son poids est augmenté d'une quantité sensible. Cette expérience nous présente deux phénomènes différens; l'évasion d'une grande quantité de bulles d'air, et l'augmentation en poids de la pierre par son immersion dans l'eau. Ils ont pour cause l'expulsion de l'air qui occupoit les pores de la pierre par l'eau qui le remplace, et dont la pesanteur spécifique surpasse de beaucoup celle du fluide aériforme.

C'est par les pores de la coque que les œufs, sitôt après avoir été pondus, commencent à se vider, et cessent d'être ce qu'on appelle frais. Pour les empêcher de rien perdre, on bouche leurs pores aussitôt qu'ils sont pondus, en les plongeant dans de l'huile d'olive; on les essuie ensuite afin qu'il n'en reste qu'une couche très-mince, crainte que la pression de l'air n'en fasse entrer dans les œufs quelques gouttes qui, en rancissant, leur donneroient un mauvais goût. Les œufs préparés de cette manière, conservent leur bonté et leur fraîcheur pendant plusieurs années, s'ils n'ont point été fécondés; s'ils l'ont été, ils la perdent dans l'intervalle de deux mois, parce que le principe fécondant y excite une certaine fermentation.

C'est par les pores du bois que l'humidité pénètre les ouvrages de menuiserie pour en augmenter les dimensions: de là vient qu'une fenêtre qui s'ouvre aisément dans un temps, se trouve très-large dans un autre; qu'un tonneau entr'ouvert se raccommode par son séjour dans l'eau, etc. On peut prévenir ces inconvéniens en enduisant, de part et d'autre, les bois de menuiserie de peinture à l'huile, ou d'un vernis qui, n'ayant que peu ou point d'attraction pour l'eau, conservent au bois les mêmes dimensions, en rendant ses pores inaccessibles à l'humidité de l'atmosphère.

C'est enfin par les pores de notre peau que nous perdons, selon de fidèles observateurs, les cinq huitièmes de ce que nous prenons pour notre nourriture. *Séguin* a fait sur cet objet, une suite d'expériences dont il importe d'offrir quelques résultats à nos lecteurs.

1°. Quelle que soit la quantité d'alimens que l'on prenne, on revient, par la transpiration insensible, au même poids après vingt-quatre heures, si l'on est adulte, et dans le cas où l'on digère bien.

2°. Si les quantités d'alimens varient, ou que les transpirations diffèrent, la quantité d'excrémens compense; et tous les jours, à la même heure, on revient à peu près au même poids.

3°. Une mauvaise digestion dimi-

une la transpiration; et tant qu'elle dure, on augmente de poids chaque jour.

4°. Immédiatement après le dîner, la transpiration est à son *minimum*, parce que le calorique demeurant pour commencer la digestion, passe en moindre quantité dans l'air environnant, qui dissout alors moins d'humeur transpirable : de là vient que quand on se porte bien, on éprouve après le dîner une légère sensation de froid.

5°. Pendant la digestion, la transpiration insensible est à son *maximum*. Cette perte, excédant celle que l'on fait chaque jour, est de 122 milligrammes (2.3 grains) par minute, de 7324 milligrammes (138 grains) par heure.

6°. Dans les circonstances les plus favorables, la transpiration insensible la plus considérable est, par un terme moyen, de 1698,42365 milligrammes (32 grains) par minute, ou 2445730,057 milligrammes (5 liv.) par jour.

7° Dans les circonstances les moins favorables, la transpiration insensible la moins considérable, supposant une bonne digestion, est, par un terme moyen, de 583,833 milligrammes (11 grains) par minute, ou de 840719,707 milligrammes (1 liv. 11 onces 4 gros) par jour.

8°. Immédiatement après le repas, dans les cas défavorables, la transpiration est de 435,221 milligrammes (8,2 grains) par minute, et dans les cas favorables, de 482,989 milligr. (9,1 grains), *Voyez* TRANSPIRATION.

PORTANT. On a donné ce nom à un morceau de fer qu'on met sous les pieds de l'armure d'un aimant, et auquel on suspend le poids que l'aimant doit soulever. La longueur, la largeur, l'épaisseur et la figure du portant ont une grande influence sur la quantité de poids que l'aimant doit porter; et l'expérience seule peut prononcer sur la grandeur de ces sortes de dimensions.

Le portant doit être fait de fer doux, bien raffiné et très-flexible. S'il étoit d'acier ou de fer dur, il ne soulèveroit pas un si grand poids : la largeur du portant doit être un peu plus grande que celle de la base inférieure des pieds de l'armure; sa longueur doit surpasser de 8 ou 9 millimètres (4 lignes) la distance qui se trouve entre les faces extérieures des pieds de l'armure. Quant à sa hauteur, il faut la déterminer à l'aide de l'expérience; car on rencontre des aimants qui exigent un portant deux fois plus haut que d'autres, sans qu'on puisse découvrir la raison de cette différence : il faut donc tâtonner jusqu'à ce qu'on ait trouvé la hauteur du portant la plus convenable à l'aimant auquel on le destine.

Il importe d'observer que la surface supérieure du portant doit être bien polie, et que la forme qui lui convient le mieux est celle d'un parallélipipède rectangle.

Le portant doit être percé, dans sa partie inférieure, d'un orifice très-évasé par dehors de chaque côté, et qui conséquemment va en diminuant de diamètre vers le milieu de l'épaisseur du portant. On fait passer par cet orifice un crochet, auquel on suspend le poids que l'aimant doit soulever.

PORTE-LUMIÈRE, *terme de physique*. C'est ainsi qu'on appelle un instrument qui sert à introduire, suivant une direction convenable, un

faisceau de rayons lumineux, dans une chambre obscure.

Cet instrument se compose d'un tuyau adapté à une planche qui s'attache à une ouverture faite au volet de la fenêtre. Le milieu de cette planche est percé d'un orifice dans lequel tourne un anneau qui peut, au besoin, recevoir une lentille, et qui porte, sur sa circonférence, deux tiges plates de métal, sur les extrémités desquelles est engagé un miroir plan. C'est à la faveur de ce miroir qu'on parvient à introduire, dans le tuyau, un faisceau de rayons solaires : il suffit pour cela, de présenter le miroir au soleil, et de lui donner un degré d'inclinaison convenable.

PORTE-VOIX. Le *porte-voix* est un instrument qui a la forme d'une trompette, et qui sert en même temps à augmenter l'intensité du son, et à le porter à une grande distance.

Le porte-voix se compose d'une substance élastique, telle que du laiton ou du fer-blanc. Le diamètre de l'embouchure est très-étroit; il va ensuite en augmentant graduellement, d'abord d'une petite quantité; mais ensuite d'une quantité très-sensible.

Plusieurs physiciens attribuant l'augmentation du son, dans le porte-voix, à la seule direction des rayons, prétendent qu'il doit être formé de deux parties; l'une elliptique, et l'autre parabolique, combinées de manière qu'un des foyers de l'ellipse soit situé à l'embouchure, précisément à l'endroit où l'on parle, et que l'autre foyer se confonde avec celui de la parabole. Il paroît certain que cette forme doit beaucoup contribuer à augmenter l'intensité du son dans la direction de l'axe de l'instrument; car les rayons sonores qui partent du foyer de l'ellipse, situé à l'embouchure, tombent sur les parois intérieures et vont se croiser à l'autre foyer de l'ellipse, qui se confond avec celui de la parabole. Tous les rayons partant de ce foyer commun à l'ellipse et à la parabole, et tombant sur les parois intérieures de la parabole, sont tous réfléchis parallèles : la colonne d'air, dirigée suivant l'axe de l'instrument, doit donc recevoir autant de mouvement, et conséquemment transmettre autant de son qu'il y en auroit dans tout l'hémisphère, dont le centre seroit occupé par la bouche de l'homme qui parleroit sans le secours du porte-voix; mais le son n'est pas seulement augmenté dans la direction de l'axe de l'instrument : son augmentation est sensible suivant toutes sortes de directions.

Si l'on plaçoit une bougie allumée au foyer situé à l'embouchure du porte-voix, en supposant que sa surface intérieure fût régulière et bien polie, les rayons lumineux suivroient la même route que les rayons sonores, et formeroient une clarté vive dans la direction de l'axe de l'instrument; mais à côté et derrière, on seroit dans une parfaite obscurité.

Il faut donc qu'il y ait une cause indépendante de la direction des rayons qui, dans le porte-voix, augmente l'intensité du son.

Cette cause consiste, suivant quelques physiciens, en ce que dans le porte-voix le mouvement est imprimé à une masse d'air appuyée sur des parois élastiques, capables de le transmettre au dehors.

D'autres la font consister en ce que l'air compris dans la capacité intérieure étant arrêté par des parois résistantes, il est comprimé par le corps sonore, d'une manière plus forte qu'il

ne le seroit, si les parois n'existoient pas. Chacune des molécules de cet air contracte des vibrations d'une amplitude plus grande, et capable de se transmettre à une plus grande distance.

POTASSE. Si l'on fait brûler un végétal dans un appareil distillatoire, à l'air libre, tous les principes volatils du végétal s'échappent. Il ne reste, après la combustion, qu'une petite portion d'une matière terreuse grise connue sous le nom de cendre, et qui contient les seuls principes vraiment fixes qui entrent dans la constitution des végétaux : cette terre ou cendre contient une substance connue sous le nom de *potasse* ou *alcali fixe végétal*.

Pour l'obtenir on passe de l'eau sur les cendres; l'eau se charge de la potasse qui est dissoluble, et elle laisse la terre qui est insoluble; en évaporant ensuite l'eau on obtient la potasse qui est fixe, même à un très-grand degré de chaleur, et qui reste sous une forme blanche et concrète.

La potasse qu'on obtient à la faveur de la lixiviation et de l'évaporation n'a pas le degré de nudité qui est nécessaire dans certaines circonstances; elle est toujours combinée avec l'acide carbonique, et mêlée de différentes substances qui altèrent sa pureté.

Pour dégager la potasse on la dissout dans le moins d'eau possible : on filtre; le sulfate de potasse, comme moins soluble, reste dessus avec les terres; on étend la dissolution de vingt parties d'eau, et on en ajoute deux de chaux vive qu'on vient d'éteindre, afin qu'elle soit plus divisée et qu'elle se dissolve mieux. On opère ainsi à grande eau, parce que la chaux est peu soluble, et qu'à ce qu'il paroît il n'y a que celle qui est dissoute qui agit sur le carbonate de potasse. On fait bouillir jusqu'à ce que la liqueur ne précipite plus l'eau de chaux. Alors on presse l'évaporation dans une chaudière de fer ou de cuivre étamé jusqu'à consistance de miel : on ajoute en excès de l'alcool qui soit au moins à 57 degrés; on fait bouillir : l'alcool dissout exclusivement la potasse pure; cependant on verse le tout dans un flacon où la séparation se fait par le repos. On aperçoit bientôt, 1°. une couche de potasse dissoute dans l'alcool sous forme d'une huile transparente et jaune; 2°. au-dessous une seconde couche formée par les sels contenus dans la potasse, et qui sont dissous dans l'eau de l'alcool ou de la potasse; 3°. enfin on voit au-dessous les terres, les sels insolubles et l'excès de ceux qui sont dissous dans les couches supérieures : on sépare à la faveur d'un syphon la couche supérieure; on distille ce composé d'alcool et de potasse jusqu'aux deux tiers; on retire l'alcool; on fait évaporer le tiers restant dans une bassine d'argent; il se forme une pellicule noirâtre qui est une résine due à l'alcool; on écume jusqu'à ce que la liqueur soit claire, et on coule sur une plaque; on casse par morceaux, qu'on a soin d'enfermer dans des flacons bien bouchés pour les rendre inaccessibles au contact de l'air atmosphérique.

Dans cet état de pureté la potasse est sous forme sèche et blanche; sa saveur est si forte qu'elle ronge la peau et ouvre des cautères. Elle donne au sirop de violette une couleur verte très-foncée.

Exposée à l'air elle en attire puissamment l'humidité, se résout en liqueur, et passe à l'état de sel par l'absorption de l'acide carbonique qu'elle enlève avec avidité à l'air qui l'environne ; elle fait alors effervescence avec les acides, ce qui n'arrive jamais lorsque, par les procédés indiqués ci-dessus, on lui a rendu sa pureté.

La potasse se dissout dans l'eau avec beaucoup de promptitude ; elle produit alors un grand degré de chaleur, et elle exhale une odeur très-fétide. Sa dissolution est sans couleur. Si on veut la séparer de son dissolvant, il faut l'évaporer dans des vaisseaux fermés jusqu'à siccité, parce qu'à l'air elle attire l'acide carbonique, et devient effervescente.

La potasse se combine aux terres silicenses et les entraîne dans sa fusion ; elle forme alors un corps transparent connu sous le nom de verre. Ce corps diffère suivant la quantité respective de sable et de potasse qu'on fait servir à sa fabrication. La pureté des deux substances, leur proportion, leur fusion complète, à l'aide d'un feu assez fort et assez long-temps continué, sont les conditions nécessaires pour avoir un verre transparent, dur, sans bulles, et surtout inaltérable à l'air.

Elle s'unit à l'huile à l'aide de la chaleur, et il résulte de cette union un composé soluble dans l'eau. C'est par rapport à la potasse qu'on emploie les cendres dans les lessives qu'on fait pour blanchir le linge ; l'usage de la potasse dans ce cas est de s'unir avec les substances graisseuses, et de les rendre solubles dans l'eau.

La potasse se combine avec le soufre, et forme du sulfure de potasse ; on opère cette combinaison, 1°. par la fusion des parties égales de potasse et de soufre ; 2°. en faisant digérer la potasse pure et liquide sur le soufre. La potasse devient d'un jaune rougeâtre. Les dissolutions du soufre par un alcali sont aussi connues sous le nom de *foies de soufre* ; elle s'unit à l'hydrogène sulfuré : d'où il résulte de l'hydrogène sulfuré de potasse. Ces composés sont d'un grand usage dans les arts.

La potasse avoit été regardée pendant long-temps comme appartenant exclusivement au règne végétal. Il est démontré aujourd'hui qu'elle se trouve abondamment parmi les fossiles. *Vauquelin* a prouvé qu'elle entre comme élément dans la composition du sulfate d'alumine ou alun.

POUDRE A CANON. C'est un mélange de charbon, de soufre et de nitrate de potasse fait dans les proportions de soixante-seize parties de nitrate de potasse, de quinze parties de charbon et de neuf parties de soufre.

Parmi les différens moyens qui ont été successivement employés pour la fabrication de la poudre, le plus simple, le plus prompt et le moins dangereux consiste, 1°. à pulvériser chacune de ces matières dégagées des substances hétérogènes qui ordinairement altèrent leur pureté ; 2°. à les mêler ensemble en les faisant mouvoir dans des tonneaux garnis de liteaux de bois dans leur intérieur, où elles soient froissées par de petites boules de métal jusqu'à ce qu'étendue avec un couteau sur une planche la poudre soit bien égale et bien unie ; 3°. on fait une pâte avec ce mélange et suffisante quantité d'eau,

soit en le comprimant dans une forte presse pour lui donner la consistance requise, après l'avoir placé sur une toile de canevas mouillée, assujétie elle-même sur des plateaux de bois qui s'enchâssent les uns dans les autres par la pression, soit à l'aide de meules verticales qui se meuvent dans une auge, et compriment le poussier de poudre humecté; 4°. on met cette pâte, après une légère dessiccation, dans un crible percé de trous relatifs à la grosseur des grains qu'on veut obtenir; 5°. on graine la poudre en promenant sur le crible un tourteau de bois dur, auquel on imprime un mouvement qui force la pâte à passer par les trous, et à prendre la forme de grains; 6°. on fait sécher la poudre grainée à l'air et au soleil sur des tables, en la retournant à diverses reprises; 7°. on lisse la poudre de chasse dans des tonneaux, où l'on agite les grains, qui s'usent et se polissent par un frottement réciproque.

Il est facile de déterminer la cause de l'inflammation subite de la poudre et des terribles explosions qu'elle produit. Le soufre et le carbone brûlent avec rapidité en vertu de l'oxigène que leur fournit le nitrate de potasse qui l'enveloppe de toutes parts, et cette combustion donne naissance à la formation de l'acide carbonique, au dégagement du gaz azote, à la composition de l'eau et de l'ammoniaque. Du moment que l'eau passe à l'état de vapeur, son action, jointe à celle des gaz qui se dégagent, doit exciter de violentes explosions; et les corps qui sont placés comme obstacles à leur dilatation doivent être subitement lancés à une distance qui peut servir à apprécier la force et la bonté de la poudre.

Pour faire l'analyse de la poudre à tirer il suffit de lui enlever son nitrate de potasse par le lavage à l'eau, et de séparer ensuite le soufre du charbon par la sublimation.

POUDRE DE FUSION. C'est un mélange de trois parties de nitrate de potasse, d'une partie de soufre et d'une partie de sciure de bois très-fine.

Si l'on recouvre une lame de cuivre allié, une pièce de billon pliée de cette poudre au milieu d'une coquille de noix, et qu'on mette le feu avec un papier allumé à la poudre placée au-dessus, il se produit une prompte détonnation, et la pièce se fond en un globule de sulfure sans que la coquille de noix soit brûlée. Ce phénomène a sans doute pour cause la combinaison du soufre avec le métal, favorisée par le nitrate de potasse, et le bois en parcelles qui en brûlant dégage une grande quantité de calorique.

POUDRE FULMINANTE. C'est un mélange de trois parties de nitrate de potasse, de deux parties de potasse et d'une partie de soufre que l'on triture avec soin dans un mortier.

Si l'on fait chauffer lentement cette poudre dans une cuiller de fer placée sur un brasier doux au moment où ce mélange est entièrement fondu, il est violemment lancé suivant toutes sortes de directions, en produisant une explosion violente. La cuiller de fer est ordinairement pliée sur les bords qui rentrent en dedans comme s'ils avoient éprouvé l'un et l'autre l'action extérieure d'une puissance comprimante, ce qui prouve que dans l'acte de la fulmination la matière a fait effort sur le fond de la cuiller comme sur l'air, et c'est à cette violente percussion qu'il faut attribuer la

cause du bruit formidable qui se fait entendre. L'explosion qui a lieu est toujours accompagnée d'une flamme blanche bleuâtre.

Il est aisé de saisir la théorie des phénomènes que produit la poudre fulminante. La potasse s'unit au soufre, et forme un sulfure qui, à l'aide du nitrate de potasse, se change en sulfure hydrogéné. A une certaine température le gaz hydrogène sulfuré se dégage avec le gaz oxigène du nitrate de potasse, et s'allume subitement en frappant fortement l'air par l'explosion qui accompagne ce dégagement; et ce qui confirme cette explication, c'est qu'on fait une poudre fulminante qui détonne plus vite que la précédente en mêlant parties égales de nitrate et de sulfure de potasse solide. Cette poudre ne produit qu'une légère détonnation lorsqu'on la jette sur des charbons embrasés, parce qu'il ne se dégage pas du gaz hydrogène, ou parce qu'il ne se forme que par petites parties dans la matière qui a subi l'inflammation.

POULIE. Une des sept machines simples. C'est un cylindre de bois ou de métal d'épaisseur arbitraire, mobile sur son axe qui est porté dans une chappe. La surface convexe du cylindre est crensée en gorge, pour recevoir une corde qui enveloppe une partie de sa circonférence.

La poulie, comme toutes les autres machines simples, a pour objet de mettre en équilibre trois forces dont deux sont appliquées aux extrémités de la corde qui enveloppe la poulie, tandis que la troisième appliquée à la chappe passe par le centre du cylindre mobile. Une de ces trois forces est ordinairement remplacée par un point d'appui. Si c'est la chappe qui est attachée à un point fixe, la poulie ne peut prendre qu'un mouvement de rotation : on la nomme *poulie fixe*. Si c'est une des extrémités de la corde qui est attachée au point d'appui, la poulie, outre son mouvement de rotation, a encore un mouvement de translation : on la nomme *poulie mobile*.

Supposons en général trois forces P, Q, R (*fig* 127, *pl.* 17) qui se font équilibre au moyen de la poulie C, et prolongeons les directions des deux premières jusqu'à leur rencontre au point A. Pour que l'équilibre subsiste, il faut que la résultante des deux forces P, Q soit égale et directement opposée à la force R; donc la résultante de ces deux forces doit passer par le centre C, et conséquemment diviser en deux parties égales l'angle PAQ; d'où il résulte que P = Q. Représentons les forces P, Q par les parties égales AB, AC de leurs directions, et construisons le rhombe ABDC. La résultante AD des forces P, Q est dans le cas d'équilibre, égale à R; donc P : Q : R :: AB : AC ou BD : AD. Du centre C, menons à la circonférence les rayons CE, CF perpendiculaires sur AP, AQ. Les triangles ABD, CEF ont les côtés perpendiculaires chacun à chacun; donc ils sont semblables; et leurs côtés homologues sont proportionnels; ce qui donne P : Q : R :: CE : CF : EF.

On tire de la proportion précédente $R = P.\frac{EF}{CE}$. Mais en représentant par α la moitié de l'angle PAQ on a $\frac{EF}{CE} = \frac{2EG}{CE} = 2\cos\alpha$: donc $R = 2P\cos\alpha$.

Lorsque la poulie est fixe, la con-

dition d'équilibre se réduit à P = Q. Cette machine n'augmente donc pas l'action de la puissance; mais cependant elle peut la favoriser en changeant sa direction.

L'effort exercé sur le point d'appui est R = 2 P cos α. Si les cordons sont parallèles α est nul, cos α = 1 et R = 2 P; c'est-à-dire que la pression exercée sur le point d'appui est égale à la somme de la puissance et de la résistance; ce qu'on pouvait démontrer à *priori* par les forces parallèles.

Dans la poulie mobile, P = Q indique que l'effort supporté par le point d'appui est égal à la puissance. On a de plus, pour la condition d'équilibre, P : R : : CE : EF, ainsi la puissance est à la résistance dans la poulie mobile comme le rayon de la poulie est à la corde de l'arc que le rayon embrasse.

Lorsque les cordons sont parallèles EF est le diamètre du cercle, et par conséquent double de CE: donc R = 2 P; c'est-à-dire, que la puissance est la moitié de la résistance.

Si la poulie, au lieu d'être circulaire, avoit une forme quelconque, on n'en auroit pas moins P = Q; car, lorsque l'équilibre a lieu, les deux forces appliquées au même cordon sont égales : il faudroit de plus que la troisième force fût égale à leur résultante, et divisât en deux parties égales l'angle de leurs directions.

On voit facilement que la poulie, que nous considérons comme une machine particulière, peut être rapportée au levier; car les trois forces P, Q, R étant considérées comme appliquées aux points E, F, C d'une verge inflexible ECF, on auroit pour la poulie fixe un levier du premier genre, dont les bras CE, CF sont égaux; et pour la poulie mobile, un levier du second genre. La seconde disposition est donc la seule qui favorise la puissance.

On est dans l'usage de faire rouler les poulies sur une cheville de métal, qui traverse le centre de ces sortes de machines. Cette construction est vicieuse : la circonférence du trou qu'on creuse dans l'épaisseur de la poulie n'est jamais parfaitement homogène; d'où il résulte que certaines parties s'usent plus promptement par le frottement qu'elles éprouvent sur l'axe; le trou devient irrégulier, inégal et raboteux, ce qui augmente plus ou moins le frottement que la puissance doit vaincre. Cet inconvénient, qui augmente à mesure que la poulie s'use davantage, fait encore que les rayons de la poulie deviennent inégaux. Alors la résultante des deux forces qui sollicitent la corde, laquelle passe par le centre lorsque ces deux forces sont égales, ne passe plus par le point d'appui, et l'équilibre est rompu en faveur de celle qui est la plus éloignée de l'axe : il suit de là que lorsque la poulie est en mouvement, la puissance et la résistance se trouvent tour à tour favorisées. Pour éviter ce défaut de construction, il faut fixer, dans l'épaisseur de la poulie, l'axe sur lequel elle doit tourner : les extrémités de cet axe doivent être bien arrondies, et jouir d'une grande mobilité dans les yeux de la chappe. Ces trous, il est vrai, ne sont pas plus homogènes que ceux de la poulie; mais toute la charge se faisant sentir de haut en bas sur les yeux de la chappe, ils se creusent et s'agrandissent dans ce sens. La poulie descend donc seulement dans la chappe et roule constamment dans les yeux qui la portent, sans qu'on ait à craindre que les rayons deviennent inégaux. Il faut encore avoir soin que la poulie se

trouve au milieu de l'axe, pour que les yeux de la chappe s'usent également.

POULIES COMPOSÉES. Les poulies entrent dans la composition d'un grand nombre de machines: nous nous bornerons ici à faire connoître celles dans lesquelles il n'entre que des poulies.

On se sert souvent de plusieurs poulies fixes pour transmettre l'action d'une force; mais comme la puissance et la résistance sont égales dans chacune d'elles, il est évident que cet arrangement ne favorise pas l'action de la puissance, il ne fait qu'en changer la direction. Au reste, il ne faut employer ces poulies, qu'on nomme *poulies de renvoi*, que le moins possible, lorsqu'on veut produire du mouvement, parce qu'une partie de la force est employée à vaincre les résistances qui naissent du frottement et de la roideur de la corde.

Une autre disposition des poulies consiste à employer plusieurs poulies mobiles, de manière que la corde de chacune soit fixée d'un côté à un point d'appui, et de l'autre à une seconde poulie. Telles sont, par exemple, les poulies A, B, C (*fig.* 128, *pl.* 17). La résistance R est appliquée à la dernière poulie, dont la corde est attachée, d'une part à un obstacle invincible, et de l'autre à la chappe de la poulie B. Le cordon de celle-ci est fixé aussi, d'une part à un point d'appui, et de l'autre à la chappe de la troisième poulie C. Enfin, le cordon de la poulie C a une de ses extrémités fixe, et l'autre sollicitée par la force P, soit directement, soit à l'aide de la poulie fixe D.

Pour qu'il y ait équilibre dans le système que nous considérons, il faut que l'équilibre existe autour de chaque poulie. Cela posé, supposons que le nombre des poulies soit n, représentons par t', t'', t'''.... $t^{(n)}$ les tensions des cordons de chaque poulie, en commençant par celle où est appliquée la résistance, et par α', α'', α'''..... $\alpha^{(n)}$ les moitiés des angles que font les cordons de chaque poulie. Il doit y avoir équilibre entre la force appliquée à la chappe d'une poulie, c'est-à-dire, la tension de la corde de la poulie inférieure et la tension de la corde de la poulie; écrivant la condition d'équilibre pour chaque poulie (*voyez* POULIE), on aura :

$$\begin{aligned} R &= 2\,t'\cos\alpha' \\ t' &= 2\,t''\cos\alpha'' \\ t'' &= 2\,t'''\cos\alpha''' \\ &\cdots\cdots\cdots \\ &\cdots\cdots\cdots \\ t^{(n-1)} &= 2\,t^{(n)}\cos\alpha^{(n)}, \end{aligned}$$

multipliant entre elles ces équations, et supprimant dans les deux membres les facteurs communs; il vient, en observant que la tension $t^{(n)}$ du cordon de la dernière poulie est égale à la puissance

$$R = 2^n \cdot P \cdot (\cos\alpha' \cdot \cos\alpha'' \cdot \cos\alpha''' \cdots\cdots \cos\alpha^{(n)}).$$

Cette équation donne en général le rapport de la puissance et de la résistance. Si les cordons étoient parallèles, on auroit $\cos\alpha' = \cos\alpha'' = \cos\alpha''' = \cos\alpha^{(n)} = 1$, et par conséquent $R = 2^n P$: donc la puissance est à la résistance comme l'unité est au nombre 2 élevé à une puissance marquée par le nombre des poulies mobiles.

Cette machine favorise considérablement la puissance; mais elle a un défaut qui en a fait abandonner l'usage : c'est l'étendue qu'il faut lui donner. En effet, quand la poulie A s'élève d'une quantité a, chacun

des deux cordons qui l'embrasse parcourt le même espace, et conséquemment la poulie monte d'un espace $2a$. Par la même raison, tandis que la poulie B parcourt un espace $2a$, la troisième poulie C parcourt un espace $4a$ ou 2^2a, et ainsi de suite jusqu'à la dernière poulie qui parcourt un espace $2^{n-1}a$.

On substitue avec avantage au système de poulies dont nous venons de parler un autre arrangement nommé *mouffle*, qui n'exige pas un aussi grand emplacement.

On appelle *mouffle* un système de poulies assemblées dans la même chappe, soit sur le même axe (*fig.* 129, *pl.* 17), soit sur des axes différens, (*fig.* 130, *pl.* 17).

On emploie en même tems une mouffle fixe et une mouffle mobile; toutes les poulies des deux mouffles sont embrassées par la même corde, dont une extrémité est attachée à l'une des deux mouffles, tandis que la puissance agit à l'autre extrémité. La résistance est suspendue à la chappe de la mouffle mobile.

On peut donner aux poulies différens diamètres et disposer leurs axes de manière que les cordons soient parallèles, (*fig.* 130, *pl.* 17). Cette disposition augmente l'étendue des mouffles. On les réduit à un volume plus petit et plus commode, en montant dans chacune d'elles les poulies sur le même axe, comme dans la figure 129. Par là, les cordons ne sont pas parallèles, mais on peut les regarder comme tels, toutes les fois que les deux mouffles sont un peu éloignées.

La même corde embrassant toutes les poulies, la tension de tous les cordons est la même; puisqu'il doit y avoir équilibre dans chaque poulie. La tension du premier cordon est égale à la puissance même: donc la tension de tous les autres est égale à la puissance; et par conséquent l'action exercée par la puissance sur la mouffle mobile est égale à la puissance, multipliée par le nombre des cordons qui passent d'une mouffle à l'autre. Mais cette action est égale à la résistance; donc la puissance est égale à la résistance, divisée par le nombre des cordons qui passent d'une mouffle à l'autre.

Nous avons fait abstraction du poids de la mouffle mobile, c'est une force qu'il faut ajouter à la résistance. La même observation s'applique au premier système de poulies mobiles.

POUVOIR DES POINTES. J'ai parlé dans plusieurs articles de cet ouvrage de la singulière propriété qu'ont les pointes de soutirer le fluide électrique, sans bruit et sans explosion. (*Voyez* ÉLECTRICITÉ et ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.) *Franklin* qui a reconnu le premier cette propriété, imagina de la faire servir à soutirer le fluide électrique des nuages orageux qui passeroient dans le voisinage de nos habitations; et c'est cette idée heureuse qui a donné naissance à une espèce d'instrument connu sous le nom de paratonnerre, dont l'utilité, si souvent contestée, ne sauroit paroître équivoque lorsqu'on remplit les conditions nécessaires à la construction de l'appareil.

On établit sur le sommet d'un édifice une perche qu'on a soin de couvrir de vernis résineux, afin qu'elle soit moins perméable au fluide électrique, et pour empêcher que l'humidité ne la pénètre. Elle est surmontée d'une verge de fer pointue d'environ trois mètres (neuf pieds) de longueur, et dont l'extrémité porte un gros fil

de métal qui se prolonge jusqu'à la terre humide.

Beyer a modifié cette construction. Il termine la tige de l'instrument par une pointe de platine, comme étant un métal peu oxidable et en même temps très-réfractaire; et il emploie pour conducteurs des cordes formées de fils de fer tressés, et enduites d'une couche de vernis gras.

Lorsqu'un nuage orageux passe au-dessus de l'appareil, la pointe soutire tranquillement le fluide électrique dont il est chargé, et le transmet au fil de fer pour le conduire vers la terre.

Il importe de multiplier les paratonnerres, lorsque les édifices auxquels on les destine ont une certaine étendue. Ils ne doivent être ni trop voisins, ni trop éloignés les uns des autres. S'ils étoient trop voisins, ils se nuiroient mutuellement, comme se nuisent deux pointes parallèles et voisines que nous présentons à un conducteur électrisé (*Voyez* le mot ÉLECTRICITÉ, chapitre qui traite de la théorie de l'électricité). Si les paratonnerres étoient trop distans les uns des autres, leurs différentes sphères d'activité laisseroient des espaces intermédiaires qui seroient accessibles à l'influence de la foudre. On a jugé que la distance qui devoit séparer les paratonnerres situés sur le même édifice étoit d'environ 20 mètres (60 pieds.)

POUVOIR EXPANSIF. C'est la faculté qu'ont certains corps de s'étendre pour occuper un plus grand espace, toutes les fois qu'ils ne sont pas retenus par des obstacles invincibles. Tels sont les ressorts dans l'état de contraction. Telle est la vapeur aqueuse, la poudre à canon, etc.

POUVOIR RÉFRINGENT DES LIQUEURS. Les liquides, comme tous les autres corps transparens, réfracteroient le fluide lumineux en raison de leur densité, s'ils avoient tous la même attraction pour ce fluide, et cela a lieu en effet pour le verre, l'air, etc., et en général pour tous les corps non inflammables, d'après la remarque de *Newton*. Mais tous ceux qu'il nommoit sulfureux, c'est-à-dire, tous les corps inflammables, attirant le fluide lumineux plus fortement, leur force réfringente est en raison composée de leur densité et de leur attraction pour ce fluide, en sorte qu'elle est plus grande que leur densité ne l'indique. Ces considérations avoient porté *Newton* à diviser les corps transparens en plusieurs classes; dans chaque classe l'attraction pour le fluide lumineux étoit la même, et conséquemment la force réfringente étoit proportionnelle à la densité.

Brisson et *Cadet* se sont ensuite occupés à ranger différentes liqueurs ou dissolutions salines dans l'ordre de leur force réfringente. Pour cela, ils se sont servis d'une lentille composée de deux calottes sphériques de verre qui laissoient entr'elles un espace lenticulaire vide de 5 pouces 8 lig. de diamètre, dont les deux surfaces avoient 9 pouces de rayon. On introduisoit successivement dans cette cavité les différentes liqueurs dont on vouloit éprouver la force réfringente, et la distance du foyer à la lentille devoit faire connoître cette force.

La diffusion du foyer causée par l'aberration de sphéricité empêchoit d'employer les rayons solaires pour déterminer le foyer; on s'est donc contenté de présenter un objet d'un petit diamètre à 72 pieds de la lentille; et l'endroit où se formoit l'image distincte de cet objet indiquoit le foyer

des rayons partis d'un point de l'objet. Ces rayons divergeoient très-peu, ainsi on pouvoit presque regarder leur foyer comme celui des rayons parallèles ; et comme l'erreur qui résulte de leur divergence a également lieu pour tous les liquides qu'on emploie, elle ne peut pas influer beaucoup sur la comparaison des résultats. Voici ceux qu'on a obtenus avec plusieurs dissolutions salines comparées à l'eau distillée et à l'alcool.

Tableau des densités et des forces réfringentes de plusieurs dissolutions salines comparées à celles de l'eau distillée et de l'alcool.

Substances.	*Densité*	*Distance du foyer au centre de la lentille.* Pouc.	Lig.
Eau distillée	10000	13	5
Dissolution d'acide boracique, 1 once par liv. d'eau.	10230	13	3
Dissolution de sulfate de fer, 2 onces par liv. d'eau.	10654	13	1
Dissolution de sulfate de zinc, 2 onces par liv. d'eau.	10702	13	1
Dissolution de sulfate de cuivre, 2 onces par livre d'eau	10763	13	1
Dissolution de sulfate de soude, 2 onces par livre d'eau	10438	13	4
Quatre onces par livre d'eau	10795	13	0 ½
Dissolution d'acétile de plomb, 2 onces par livre d'eau.	10700	12	11
Dissolution de sulfate de magnésie, 2 onces par livre d'eau.	10593	13	1 ½
Quatre onces par livre d'eau	11082	12	10 ½
Dissolution de soude d'Alicante, 2 onces par livre.	10483	13	0
Trois onces par livre d'eau.	10632	12	10
Dissolution de nitrate de potasse, 2 onces par livre d'eau.	10702	12	8
Dissolution de tartrite de soude, 2 onces par livre d'eau	10584	13	0
Quatre onces par livre d'eau.	11068	12	7
Dissolution de sel fixe de tartre, 2 onces par livre d'eau	10845	12	8
Quatre onces par livre d'eau	11576	12	4
Alcool	8488 ½	12	2 ⅓
Dissolution de camphre par l'alcool, 2 onces par livre.	.8648 ½	11	11
Dissolution de muriate de soude, 2 onces par livre d'eau	10790	12	10
Dissolution de nitrate de chaux.	15836	11	2
Dissolution de muriate d'ammoniaque, 2 onces par livre d'eau.	10339	12	7
Quatre onces 2 gros 54 grains par livre.	10635	11	

Les dissolutions dont on s'est servi pour former cette table n'ont pas leur force réfringente en raison de la densité, parce qu'elles contiennent toutes plus ou moins de substances inflammables différentes. On y voit que l'alcool, qui est très-combustible, a une force réfringente fort supérieure à sa densité, et qu'il en acquiert une encore plus considérable par son union avec le camphre, autre substance très-inflammable. On voit encore que le muriate d'ammoniaque augmente beaucoup la force réfringente de l'eau, sans augmenter sa densité. *Brisson* a cherché à expliquer ce fait, et il sembloit en tirer une objection contre la théorie de *Newton;* mais la décomposition de la base de ce sel, qui est l'ammoniaque en hydrogène et en azote, suffit maintenant pour faire évanouir cette espèce d'anomalie.

Brisson et *Cadet* ont fait aussi plusieurs expériences sur des liqueors animales ou végétales. Voici le tableau des résultats auxquels ils ont été conduits.

Tableau des densités et forces réfringentes de plusieurs liqueurs comparées à celles de l'eau distillée et de l'alcool.

Substances.	*Densité.*	*Distance du foyer au centre de la lentille.* Pouc.	Lig.
Eau distillée	10000	13	5
Petit-lait de vache	10193	13	4
Vinaigre distillé	10095	13	3 ½
Ammoniaque liquide	9608	13	2 ½
Vinaigre blanc	10135	13	2
Éther sulfurique		12	7
Alcool	8488 ½	12	2 ⅓
Acide nitrique du commerce	12715	11	6
Acide muriatique du commerce	11940	11	0
Acide sulfurique du commerce	18408	10	6
Huile volatile de lavande	8938	9	9
Huile d'olive	9153	9	8 ½
Huile d'amande douce	9170	9	8
Huile volatille de térébentine	8697	9	7 ½
Huile volatile de romarin	9057	9	7
Huile volatile de succin	8865	9	6
Huile volatile de thym	9023	9	3
Térébentine liquide	9910	7	10

Il est facile de voir à l'inspection de ce tableau que les résines, les huiles volatiles, l'éther et les acides minéraux qui contiennent beaucoup de parties inflammables, ont une grande force réfringente, et conséquemment une grande attraction pour le fluide lumineux.

PRÉCESSION DES ÉQUINOXES. Les astronomes ont donné ce nom à un changement d'environ 50 secondes 20 tierces qu'on observe chaque année dans les longitudes de toutes les étoiles.

Ce mouvement général des étoiles en longitude est une simple apparence que fait naître la rétrogradation des points équinoxiaux, c'est-à-dire, des points dans lesquels l'équateur coupe l'écliptique.

Pour apprécier la cause de cette rétrogradation, il importe de remarquer que si la terre avoit une forme exactement sphérique, l'attraction que le soleil et la lune exercent sur cette planète, influeroit exclusivement sur le mouvement de son centre, et ne produiroit aucun changement dans la position de son axe; mais comme elle a la figure d'un sphéroïde dont le petit axe passe par les pôles, si l'on conçoit dans ce sphéroïde une sphère inserte, qui ait pour axe le petit axe du sphéroïde, la terre sera formée de ce noyau sphérique, et de plus, d'une couche enveloppant ce noyau, qui va en croissant d'épaisseur des pôles vers l'équateur. L'attraction du soleil et de la lune sur le noyau sphérique terrestre n'influe que sur le mouvement de son centre; mais leur action sur la couche qui enveloppe le noyau, change la position du plan de l'équateur à l'écliptique.

Pour rendre ce changement plus sensible, considérons un point de cette couche, placé à l'équateur, comme une petite lune attachée à la terre, et qui fait sa révolution dans l'espace d'un jour, d'après ce que nous avons dit à l'article *lune*, sur la rétrogration des nœuds de l'orbite lunaire. (*Voyez* Lune.) Il est clair que les nœuds de l'orbite du point de cette couche, pris à l'équateur lui-même, tendent, en vertu de l'attraction du soleil, à rétrograder sur l'écliptique; et comme la ligne qui joint les nœuds est la ligne même des équinoxes, il s'ensuit que l'attraction du soleil sur le point de la couche qui enveloppe le noyau sphérique de la terre, tend à faire rétrograder la ligne des équinoxes pour des raisons semblables; les autres points de cette couche tendent à faire rétrograder les équinoxes avec quelques modifications commandées par leur plus ou moins grande distance de l'équateur, et ces diverses tendances combinées donnent naissance à celle qui forme la partie de la précession des équinoxes, que fait naître l'attraction solaire, sans altérer sensiblement l'inclinaison du plan de l'équateur avec celui de l'écliptique.

L'attraction lunaire influe aussi sur la précession des équinoxes; mais en même temps elle donne naissance au phénomène de la nutation de l'axe de la terre. (*Voy.* Nutation de l'axe de la terre.)

PRESBYTE. On nomme *presbytes* les personnes qui ne peuvent voir distinctement les petits objets situés au voisinage de l'œil.

Ce défaut de la vue vient de ce que les rayons lumineux qui partent des objets voisins de l'organe de la vision ont une trop grande divergence, qui fait qu'après s'être réfractés dans l'œil, ils atteignent la rétine avant de se réunir, ce qui empêche la vision d'être distincte. (*Voyez* Vision.)

Pour remédier à ce défaut, on emploie des verres convexes qui, diminuant la divergence des rayons, déterminent leur réunion, précisément sur la rétine. (*Voyez* Lentille, Lunette, Réfraction.)

Le nom de *presbyte* vient d'un mot grec qui signifie vieillard. La raison en est que les personnes âgées sont ordinairement presbytes, parce que le temps applatit peu à peu la surface du globe de l'œil; de sorte que cette surface étant moins convexe, ne réfracte pas assez les rayons pour les faire concourir précisément sur la rétine. Le crystallin s'applatit à mesure qu'on avance en âge, et devient ainsi moins propre à faire converger les rayons qui le traversent.

Le défaut de la vue des presbytes est le contraire de celui de la vue des myopes, dont le crystallin a trop de convexité.

Si dans la jeunesse le crystallin est trop convexe, il arrive assez souvent qu'en s'applatissant dans la vieillesse, il acquiert la convexité nécessaire pour concentrer, dans un point de la rétine, les rayons lumineux qu'il réunissoit trop tôt auparavant; c'est ce qui a donné naissance à cette espèce d'adage vulgaire que les vues courtes sont celles qui se conservent le mieux.

On peut être presbyte quoique le crystallin ait la forme qui convient à la vision distincte; et pour cela, il suffit que la distance qui sépare la rétine du crystallin soit trop petite; car alors les rayons lumineux se réunissent au-delà de la rétine.

Il y a donc différentes causes qui font naître le *presbytisme*. On peut en général les ramener ou au trop peu de convexité des humeurs qui composent l'organe de la vision, ou au trop peu d'éloignement entre le crystallin et la rétine.

PRESBYTISME. Défaut de la vue, qui consiste en ce qu'on ne peut voir distinctement des objets situés au voisinage des yeux. (*Voy.* Presbyte.)

PRESSION. C'est l'action d'un corps qui fait effort pour en mouvoir un autre, telle est l'action d'un corps pesant qui repose sur un support; mais ici l'action est réciproque entre le corps qui presse et celui qui est pressé, parce qu'il n'y a point d'action sans réaction égale et opposée. (*Voyez* Inertie.)

Les anciens attribuoient, à l'horreur de la nature pour le vide, un grand nombre de phénomènes, dont la cause, aujourd'hui généralement reconnue, est la pression de l'atmosphère.

On sait que la pression de l'air, sur la surface de la terre, est égale à la pression d'une colonne d'eau de même base et de 10 mètres (environ 32 pieds) de hauteur, ou d'une colonne de mercure d'environ 754 millimètres (28 pouces de hauteur). *Voyez* Air, Baromètre.

PRINCIPE. Le mot principe est pris souvent sous des acceptions différentes.

Tantôt on l'employe à désigner les propositions sur lesquelles on fonde un système.

Tantôt il sert à exprimer une vérité dont on ne peut révoquer en doute l'existence.

Quelquefois il désigne les molécules constituantes des corps. (*Voyez* Molécules constituantes.)

En physique, les meilleurs principes sont des vérités démontrées par des expériences rigoureuses, par des observations exactes. L'édifice qu'on élève sur de pareilles bases est un édifice durable: il porte le nom de théorie. (*Voyez* l'article Théorie.)

Si l'on part, pour expliquer des phénomènes, de principes qui ne sont point avoués par la nature, on ne

forme que des hypothèses ou des *systèmes :* on les voit fréquemment, dans l'*Histoire des Sciences*, se succéder les uns aux autres, avec une grande rapidité, parce qu'ils reposent sur des bases dont la fragilité ne tarde pas à déterminer la chute.

PRINTEMPS. C'est une des quatre saisons de l'année. Il commence lorsque le soleil, s'avançant vers le zénith, a atteint une hauteur méridienne moyenne, entre sa plus grande et sa plus petite; c'est-à-dire, lorsqu'il est arrivé au point de l'écliptique qui coupe l'équateur, et il finit lorsque le soleil, continuant de s'approcher du zénith, a atteint sa plus grande hauteur méridienne, c'est-à-dire, lorsqu'il est arrivé au point de l'écliptique qui coupe le colure des solstices : ainsi pour les peuples qui habitent l'hémisphère boréal, au moins pour les habitans de la zône tempérée et de la zône glaciale boréales, le printemps commence lorsque le soleil arrive au premier point du signe du Bélier, savoir le 20 ou 21 mars; et il finit lorsque le soleil arrive au premier point du signe du Cancer, savoir le 21 ou 22 juin. Mais pour les habitans de la zône tempérée et de la zône glaciale australes, le printemps commence lorsque le soleil arrive au premier point du signe de la Balance, savoir le 22 ou 23 septembre; et il finit lorsque le soleil arrive au premier point du signe du Capricorne, savoir le 21 ou 22 décembre.

PRISME, terme d'optique. C'est un solide transparent qui a la forme d'un prisme triangulaire : il peut être formé de verre, d'eau, de glace, enfin d'une matière quelconque qui jouisse de la transparence.

Si l'on veut avoir des prismes d'eau ou de quelqu'autre liqueur bien limpide, il suffit de joindre, à l'aide d'un mastic, trois lames de glace mince, bien dressées, bien polies, et de fermer les deux extrémités par des emboîtures de cuivre : on a ainsi une espèce de boîte prismatique, disposée à renfermer la liqueur qu'on lui destine.

Personne n'ignore l'usage des prismes : ils servent principalement à démontrer que le fluide lumineux se compose de rayons hétérogènes, dont chacun jouit d'une couleur qui lui est propre, et qui, dans aucune circonstance, ne peut souffrir la plus légère altération. Parmi le grand nombre de rayons qui entrent dans la composition du fluide lumineux, on distingue le rouge, l'orangé, le jaune, le verd, le bleu, l'indigo et le violet. (*Voy.* Couleurs.)

Pour rendre l'usage du prisme plus commode, on garnit ses extrémités de deux emboîtures de cuivre, au milieu desquelles sont soudées des tiges métalliques, qui sont comme l'axe du prisme prolongé de part et d'autre, et qui servent à le soutenir et à le faire tourner, suivant le besoin, entre deux supports élevés perpendiculairement sur une règle; et afin de placer le prisme à une hauteur convenable à l'expérience qu'on veut faire, on peut faire porter cette règle par une tige ronde qui s'élève et s'abaisse à volonté, en glissant dans un pied, et qu'on fixe à la hauteur qu'on veut par la pression d'une vis.

Lorsqu'on veut soumettre dans une chambre obscure un rayon solaire à l'épreuve du prisme, il faut que le prisme soit disposé de manière que le rayon tombe perpendiculairement sur une de ses faces.

Le prisme a donné naissance à un grand nombre de phénomènes. Il ne sera question ici que de ceux que nous n'avons pas décrits dans l'article de cet ouvrage qui traite des couleurs. (*Voyez* Couleurs.)

1°. Si l'on a deux prismes, l'un plein d'une liqueur rouge, l'autre d'une liqueur bleue, ces deux prismes joints ensemble formeront un corps opaque; mais si l'un des deux seulement est rempli d'une liqueur bleue ou rouge, les deux prismes joints ensemble jouiront de la transparence. Cela vient sans doute de ce que, quand les deux prismes sont pleins, chacun d'une liqueur différente, l'un ne transmet que les rayons rouges, l'autre, que les rayons bleus; et qu'ainsi les deux prismes joints ensemble ne doivent transmettre aucun rayon.

2°. Si l'on regarde un corps quelconque, mais particulièrement un corps blanc à travers un prisme, il paroît bordé d'un côté d'une espèce de frange de rouge et de jaune, et de l'autre d'une frange de bleu et de violet.

3°. Si on dispose deux prismes de manière que le rouge de l'un et le violet de l'autre se rencontrent sur un papier placé dans un endroit obscur, l'image sera pâle; mais si ces rayons sont reçus sur un troisième prisme, situé au voisinage de l'œil à une distance convenable, on verra deux images, l'une rouge, l'autre violette.

4°. Si les rayons transmis par une lentille, sont reçus sur un papier avant qu'ils se réunissent au foyer, les confins de la clarté et de l'ombre paroîtront teints d'une couleur rouge. Si le papier est au-delà du foyer, les confins de la clarté et de l'ombre seront bleus.

5°. Si les rayons qui sont sur le point d'entrer dans l'œil sont interceptés en partie par un corps opaque situé au voisinage de l'œil, les bords de ce corps paroîtront teints de diverses couleurs, comme si on le voyait à travers un prisme, avec cette différence que ces couleurs seront moins vives. La raison de ce phénomène est que les rayons passant par la partie de la prunelle qui peut les recevoir, sont séparés par la diffraction en diverses couleurs, et que les rayons interceptés qui devroient tomber sur le reste de la prunelle, et qui ont une refrangibilité différente, ne peuvent plus se mêler avec les autres rayons, et les effacer pour ainsi dire. C'est pour cela aussi qu'un corps vu avec les deux yeux, à travers deux petits trous faits dans un papier, paroît non seulement double, mais encore teint de diverses couleurs.

PROJECTILE. On a donné ce nom à un corps lancé par une puissance quelconque, suivant une direction quelconque.

Tout projectile qui se meut suivant une direction oblique à l'horizon décrit une parabole. Il décriroit exactement cette courbe, s'il n'éprouvoit aucune résistance de la part du milieu dans lequel il se meut. Cette résistance fait éprouver quelque légère altération, soit à la force projectile, soit à la vitesse que fait naître la pesanteur; ce qui fait que la première n'est pas exactement uniforme, et que la seconde n'est pas exactement accélérée. (*Voyez* Mouvement de projection.)

On a long-temps agité la question

de savoir pourquoi les corps lancés dans l'espace continuent à se mouvoir lorsque la première cause a cessé d'agir.

Descartes y a répondu le premier, d'une manière satisfaisante. Suivant lui, la continuation du mouvement est une suite naturelle d'une des premières lois de la nature ; savoir : que tous les corps sont indifférens au mouvement et au repos, et qu'ils doivent conséquemment rester dans l'état où ils se trouvent, à moins qu'une cause étrangère ne les force de l'abandonner.

Newton a regardé ce phénomène comme un principe donné par l'expérience, sans décider si la continuation du mouvement est fondée dans la nature du mouvement même.

D'Alembert a dit dans son Traité de Dynamique, que l'existence du mouvement étant une fois supposée, un mobile qui a reçu quelqu'impulsion doit continuer à se mouvoir toujours uniformément et en ligne droite, tant que rien ne l'en empêche.

Les lois de l'inertie sont aujourd'hui généralement avouées, et il est impossible d'en reconnaître l'existence, sans y trouver la solution complète de la question qui nous occupe. (*Voyez* Inertie.)

PROJECTILE. (Force) *Voyez* Force projectile.

PROJECTION. C'est l'action qui imprime du mouvement à un projectile.

Si la force qui met le projectile en mouvement a une direction verticale, on dit que la *projection* est verticale : si la direction de la force est parallèle à l'horizon, on dit que la *projection* est horizontale : enfin, si la direction de la force fait un angle oblique avec l'horizon, la *projection* est oblique.

PROJECTION. (Ligne de) *Voy.* Ligne de projection.)

PROJECTION. (Mouvement de) *Voyez* Mouvement de projection.

PROPAGATION DU CALORIQUE. C'est la manière dont le calorique se répand dans l'espace.

Il n'en est pas du calorique comme du fluide lumineux ; celui-ci est toujours animé d'une grande vitesse qui lui fait parcourir le rayon de l'orbite terrestre, dans l'intervalle d'environ huit minutes. (*Voyez* Propagation du fluide lumineux.) Le calorique au contraire se propage toujours avec lenteur ; encore même ne doit-il la petite vitesse qui l'anime, qu'à un jeu d'attraction déterminé par la tendance qu'il a, comme tous les fluides, à se mettre en équilibre dans un système de corps. Cette vitesse du calorique souffre encore une altération plus ou moins grande, suivant que les corps qu'il rencontre sur sa route résistent plus ou moins vivement à son passage. Il traverse avec assez de facilité les bons conducteurs, tels que les métaux. Le charbon, le verre, la laine, etc., l'empêchent de se répandre dans les corps environnans. (*Voyez* le mot Calorique, article qui traite de sa faculté conductrice.)

Si l'on réfléchit d'un côté sur la sage économie de la nature combinée avec la grande fécondité de ses moyens, et si de l'autre on compare les phénomènes que produit le fluide lumineux, avec ceux que fait naître la présence du calorique, on est porté à croire que si le calorique a une existence réelle, il n'est autre chose que le fluide lumineux modifié principalement sous le rapport de sa vitesse. (*Voyez* Calorique et Fluide lumineux.)

PROPAGATION DU FLUIDE ELECTRIQUE. Le fluide électrique se propage avec rapidité à travers les bons conducteurs, tels que les substances métalliques; mais la grande vitesse qui l'anime est considérablement altérée, ou même presque tout à fait éteinte, s'il trouve sur sa route de mauvais conducteurs, tels que le verre, les substances résineuses, etc. (*Voyez* l'article ÉLECTRICITÉ, qui renferme de grands détails sur cet objet.)

PROPAGATION DU FLUIDE MAGNÉTIQUE. La nature ne nous offre aucun corps qui soit bon conducteur du fluide magnétique. Aussi n'est-ce pas par la transmission de ce fluide que le magnétisme se communique. Un corps ne reçoit la vertu magnétique qu'en vertu de la décomposition de son fluide naturel. Les deux fluides dont il se compose se séparent, et alors chacun d'eux se meut, mais avec lenteur dans le corps même. (*Voyez* MAGNÉTISME.)

PROPAGATION DU FLUIDE LUMINEUX. C'est la manière dont le fluide lumineux se répand dans l'espace qu'il éclaire.

La propagation du fluide lumineux est soumise à des lois qu'il importe de déterminer à l'aide de l'expérience.

Expérience.

Fermez une chambre de tous côtés, en sorte que le fluide lumineux n'y puisse pénétrer qu'à travers un très-petit orifice fait au volet d'une fenêtre. Alors, si le jour est sans nuages, les murs de la chambre, que nous supposons blanchis et bien polis, offrent aux regards de l'observateur l'image de tous les objets du dehors, exposés à l'orifice. Les objets immobiles paroissent immobiles, les objets en mouvement paroissent en mouvement; mais tous se peignent sur le mur dans une situation renversée. Si le soleil donne sur l'orifice, on voit le fluide lumineux aller en ligne droite se terminer sur la muraille, sans se disperser d'aucun côté. Enfin, les images des objets reçus sur un même plan sont d'autant plus petites, que les objets sont plus éloignés de l'orifice.

Un instant de réflexion sur ces phénomènes conduit aux résultats suivans.

1°. Le fluide lumineux se propage toujours en ligne droite

Nous appelons rayon lumineux, une file non interrompue de corpuscules lumineux, qui suivent tous la même direction.

2°. Un point quelconque d'un objet lumineux peut être aperçu de tous les lieux auxquels une droite menée de ce point peut aboutir sans rencontrer d'obstacle, puisque l'image d'un objet en mouvement est toujours visible dans la chambre obscure, tant que l'objet est exposé à l'orifice.

3°. Chaque point lumineux d'un objet lance des rayons en tout sens, et devient ainsi le centre d'une sphère d'activité, qui s'étend indéfiniment suivant toutes sortes de directions; et si l'on conçoit que quelques-uns de ces rayons soient interceptés par un plan, le point lumineux devient le sommet d'une pyramide lumineuse, dont le corps est formé par l'amas de ces rayons, et dont la base est le plan qui s'oppose à leur passage.

4°. L'image de la surface d'un objet qui se peint sur la muraille est aussi la base d'une pyramide lumineuse, dont le sommet est à l'orifice de la chambre obscure: les rayons qui for-

ment cette pyramide en forment une autre semblable et opposée en se croisant dans l'orifice qui en est le sommet, et la surface de l'objet en est la base.

5°. Le fluide lumineux est composé de parties d'une extrême ténuité, puisque les rayons qui partent en grand nombre de chacun des points visibles de tous les objets exposés à l'orifice de la chambre obscure, passent par un orifice très-petit, sans s'embarrasser ni se confondre.

L'œil fait à notre égard, à quelques exceptions près, le même effet que la chambre obscure (*Voy.* Œil et Vision). Chaque point d'un objet se transmet donc à l'œil par une pyramide de rayons qui s'écartent de plus en plus, et l'image entière de l'objet vient se peindre par une infinité de pyramides, dont les axes se croisent au centre de la prunelle de l'œil: ainsi les images des objets qui se forment au fond de l'œil ont une situation renversée. Les objets ne doivent pourtant pas nous paroître renversés; car la présence des objets ne se manifeste à nous que par l'impression que les rayons lumineux qui en viennent font dans notre œil: donc nous ne jugeons de leur situation que par cette impression; et conséquemment nous les croyons toujours placés à l'extrémité du dernier rayon rectiligne qui nous en transmet l'image, ou plutôt nous les jugeons situés à l'extrémité de la droite, selon laquelle se fait la réaction que les fibres de notre organe opposent à l'action des rayons qui viennent les frapper; d'où il résulte que les objets doivent nous paroître dans leur situation naturelle, quoique leur image ait une situation renversée.

Ici se présente l'intéressante question de savoir si le corps lumineux agit par pression ou par émission.

Descartes qui embrasse la première opinion, regarde l'espace comme rempli de petits globules parfaitement durs qui se touchent réciproquement. Les globules les plus proches du corps lumineux sont pressés en vertu de l'action qu'il exerce sur eux. Ceux-ci pressent, à leur tour, ceux qui les avoisinent; et dans un instant indivisible, on éprouve, à la plus grande distance, la sensation de la lumière.

Cette opinion a été modifiée par quelques physiciens modernes; ils ont substitué des globules élastiques à la place des globules parfaitement durs, afin de concilier l'hypothèse de *Descartes* avec le phénomène des émersions des satellites de Jupiter, qui, comme nous le verrons bientôt, démontrent que l'action du corps lumineuxne se propage pas dans un instant indivisible.

Si cette hypothèse étoit vraie, les habitans de la terre ne seroient jamais plongés dans les ténèbres de la nuit; car, d'après une loi bien connue, lorsqu'un fluide renfermé dans un vase est pressé d'un côté, cette pression se communique à toutes les molécules suivant toute sorte de directions: d'où il résulte que si le fluide lumineux étoit répandu dans l'espace immense qui embrasse l'univers, du moment que le soleil exerceroit une pression sur ce fluide, elle se transmettroit de tous côtés avec la même force; et conséquemment nous jouirions de la lumière, lors même que le soleil seroit dans les points de sa course, situés au-dessous de l'horizon.

Les physiciens attachés aux principes de *Newton* prétendent que le

fluide qui nous éclaire est une émanation réelle des corps lumineux qui lancent continuellement autour d'eux des rayons de leur propre substance; ces rayons sont composés de parties qui, se succédant et se renouvelant sans cesse dans le même lieu, sont conséquemment animées d'une vitesse inconcevable. Voici les raisons qui nous paroissent appuyer fortement cette opinion.

1°. D'après les observations de *Romer*, *Cassini* et *Halley*, les émersions des satellites de Jupiter hors de l'ombre projetée par cette planète, nous paroissent arriver beaucoup plutôt dans les oppositions de Jupiter avec le soleil, que dans les conjonctions; et la différence des temps entre les émersions vues dans la conjonction et dans l'opposition, est d'environ 16 minutes. Cette différence ne peut provenir que de la différence des espaces que les rayons lumineux, réfléchis par les satellites, ont à parcourir dans ces diverses positions, pour parvenir jusqu'à nous. La différence de ces espaces est le diamètre de l'orbe annuel de la terre. Le fluide lumineux emploie donc environ 16 minutes pour parcourir ce diamètre, et conséquemment 8 minutes environ pour arriver du soleil jusqu'à nous.

2°. Le système de l'émission a l'avantage exclusif d'offrir une explication satisfaisante du phénomène de l'aberration. (*Voyez* Aberration des Étoiles.)

3°. Nous voyons chaque jour, dans un grand nombre de phénomènes, le fluide lumineux commander pour ainsi dire, par sa présence, la séparation des principes qui entrent dans une combinaison, s'unir à un d'eux de préférence, et lui communiquer par son union des propriétés toutes nouvelles. Ce jeu d'attractions électives qui maîtrisent le fluide lumineux me paroît, je l'avoue, militer puissamment en faveur du système de l'émanation.

De toutes les objections qui ont servi à combattre le système de l'émission, la suivante est la seule qui me paroisse mériter quelque attention.

Si un rayon lumineux est une file non-interrompue de corpuscules émanés du corps lucide, comment, depuis le temps que le soleil éclaire l'univers, peut-il se faire que cet astre n'ait point perdu sensiblement de sa substance?

1.° La matière lumineuse que le soleil lance à chaque instant, peut fort bien lui être renvoyée en grande partie par la réflexion que lui font éprouver les planètes.

2.° Les comètes qui se trouvent quelquefois au voisinage du soleil, peuvent contribuer à réparer ses pertes par la grande quantité de vapeurs et d'exhalaisons qu'elles répandent.

3.° Les rayons lumineux se composent de molécules douées d'une ténuité telle qu'un pouce cube de matière lumineuse suffit pour éclairer l'univers pendant une très-longue durée. Car il est aisé de démontrer qu'étant donnée une si petite portion de matière qu'on voudra, on peut la diviser en parties si déliées, qu'elles rempliront un espace donné, en conservant entre elles des intervalles moindres que $\frac{1}{100000000}$ de ligne: d'où il résulte qu'une portion de matière lumineuse si petite qu'on voudra est suffisante pour remplir, pendant des siècles un espace égal à l'orbe de Saturne.

Il me reste à déterminer quel est

l'affoiblissement qu'éprouve l'action du fluide lumineux qui se propage dans l'espace.

Nous appelons *milieu* un espace quelconque que traverse le fluide lumineux. Si cet espace est absolument vide, ou rempli d'une matière qui n'oppose aucun obstacle au mouvement du fluide lumineux, nous le nommons *milieu libre :* il est diaphane si l'espace est rempli d'une matière qui offre au fluide lumineux un passage plus ou moins facile.

Les rayons qui coucourent en un point, ou qui y concourroient s'ils étoient prolongés, s'appellent *convergens*, et les plus convergens sont ceux qui forment le plus grand angle.

Les rayons qui partent d'un point, ou qui se meuvent comme s'ils partoient d'un point, s'appellent *divergens*. Ces rayons se dispersent toujours de plus en plus.

L'action du fluide lumineux ne souffriroit aucune altération s'il se mouvoit dans un milieu libre, suivant des directions parallèles ; car cette action ne peut s'affoiblir, à moins que les rayons lumineux ne devinoent plus rares dans le même espace, ou que leor vitesse ne diminue, et il est visible que cela n'arriveroit jamais si le fluide lumineux se mouvoit dans un milieu libre, suivant des directions parallèles.

Dans un milieu libre l'intensité d'action des rayons lumineux convergens ou divergens suit la raison inverse du carré de la distance du corps lucide.

Car un corps lucide peut être regardé comme le centre d'une sphère lumineuse qui s'étend indéfiniment dans l'espace, et cette sphère comme un assemblage de cônes dont les sommets se réunissent au centre : d'où il résulte que dans un milieu libre le même nombre de rayons traverse successivement différentes sections du même cône faites parallèlement à la base, et conséquemment que l'intensité d'action des rayons lumineux suit la raison inverse de la grandeur de ces sections; et puisque les grandeurs de ces sections sont entre elles comme les carrés de leurs distances respectives au corps lucide, il en résulte que dans un milieu libre l'intensité d'action des rayons lumineux suit la raison inverse du carré de la distance au corps lucide.

Il suit de là que si l'on n'a égard qu'à la divergence des rayons, l'intensité de leur action diminue suivant cette progression $1, \frac{1}{4}, \frac{1}{9}, \frac{1}{16}$, etc.

Si l'on ne considère que la densité d'un milieu diaphane, mais homogène que le fluide lumineux a à traverser, l'intensité de son action décroît suivant une progression géométrique.

Supposons ce milieu divisé en différentes couches de même épaisseur et de même densité ; exprimons par $\frac{1}{n}$ le nombre des parties solides qui dans chaque couche résistent invinciblement au passage du fluide lumineux. Il est évident que si un faisceau de rayons représenté par 1 tombe sur ce milieu, le nombre des rayons interceptés par la première couche sera $\frac{1}{n}$: donc le nombre des rayons que laissera passer cette première couche sera $1 - \frac{1}{n}$ ou $\frac{n-1}{n}$. La seconde couche est supposée de même épaisseur et densité que la première : donc le nombre des rayons interceptés par la seconde couche

est respectivement égal au nombre des rayons interceptés par la première, et doit conséquemment être exprimé par $\frac{n-1}{nn}$: donc le nombre des rayons auxquels la seconde couche prete passage, sera . . . . $\frac{n-1}{n} - \frac{n+1}{nn} = \frac{(n-1)^2}{nn}$. On trouvera de même que le nombre des rayons que la troisième couche laisse passer librement sera exprimé par $\frac{(n-1)^3}{n^3}$, et ainsi de suite : donc si l'on n'a égard qu'à la densité d'un milieu diaphane, mais homogène que le fluide lumineux a à traverser, son intensité décroît selon cette progression géométrique. . . . $\frac{n-1}{n}, \frac{(n-1)^2}{n^2}, \frac{(n-1)^3}{n^3}$, etc.

De ce qui a été dit dans cet article, il est aisé de déduire la conclusion suivante : Dans un milieu diaphane mais homogène, l'action du fluide lumineux dont les rayons divergent en partant du point lumineux pris dans le milieu, décroît selon cette série. . . . . $\frac{n-1}{n}, \frac{(n-1)^2}{4n^2}, \frac{(n-1)^3}{9n^3}, \frac{(n-1)^4}{16n^4}$, etc.

PROPAGATION DU SON. C'est le moyen par lequel le son parvient du corps sonore qui le fait naître dans le lieu où il se fait entendre.

Pour bien saisir ce que j'ai à dire de la manière dont le son se propage, il importe de se rappeller deux principes qui sont démontrés à l'article Son; savoir: 1°. que le son consiste dans un mouvement de vibration excité dans les plus petites molecules des corps sonores; 2°. que l'air interposé entre le corps sonore et l'organe de l'ouie est le milieu qui transmet le son. (*Voy.* Son).

Cela posé, lorsqu'on lance une pierre sur la surface d'une eau tranquille, la surface de l'eau se couvre de vagues circulaires qui naissent successivement de la pierre comme centre, et s'en éloignent toujours parallèlement, en augmentant de grandeur, jusqu'à ce qu'enfin rencontrant le bord, elles s'évanouissent et se réfléchissent les unes sur les autres.

De même, disent quelques physiciens, les mouvemens de vibration excités dans les corps sonores produisent dans l'air de semblables vagues, qui, s'étendant à de grandes distances dans des cercles concentriques, parviennent enfin à l'organe de l'ouie.

Ces mouvemens de l'air et de l'eau ont, sans doute, quelques traits de ressemblance. Mais ils présentent, sous certains rapports, une espèce d'opposition qui ne permet pas de les confondre.

Quand les molécules du corps sonore prennent un mouvement de vibration, elles sont portées successivement en avant et en arrière; lorsque elles vont en avant, elles pressent nécessairement les molécules aériennes qui leur sont contiguës, leur impriment un mouvement en avant dans la même direction que le leur, et conséquemment les coodensent. Mais quand les parties du corps sonore retournent en arière, les parties d'air qui avoient été condensées, se rétablissent en se dilatant: d'où il résulte évidemment que les molécules d'air contiguës, acquièrent un mouvement de vibration semblable à celui du corps sonore.

Puisque le corps sonore fait naître un mouvement de vibration dans les molécules d'air qui lui sont contiguës, celles-ci communiqueront un pareil mouvement à leurs voisines; celles-ci à d'autres, et ainsi de suite; et de même que les premières sont condensées en allant en avant, dilatées en retournant en arrière, les dernières sont aussi condensées en avant, et dilatées en retournant en arrière: d'où il suit qu'elles n'iront pas toutes ensemble en avant, et ne reviendront pas toutes ensemble; car, dans ce cas, leurs distances respectives seroient toujours les mêmes, et conséquemment elles ne pourroient être successivement condensées ni dilatées; mais en se choquant les unes les autres quand elles sont condensées, et en s'écartant quand elles sont dilatées, il faut qu'une partie aille en avant lorsque l'autre retourne en arrière, et que cela se fasse successivement depuis la première jusqu'à la dernière.

C'est ainsi que se fait la propagation du son par les vibrations successives de l'air, qui, partant du corps sonore, vont aboutir jusqu'à l'organe de l'ouie; et comme les vibrations des corps sonores se succèdent par des intervalles de temps égaux, celles qui sont excitées dans l'air par ces différentes vibrations, se succèdent aussi les unes aux autres par des intervalles de temps égaux.

Les ondulations de l'air consistent donc dans une dilatation et une condensation réciproque de ses différentes parties, comme celle de l'eau consistent dans un flux et reflux successif et réciproque des parties de l'eau. Les vibrations des parties de l'air condensées répondent aux ascensions de l'eau dans le flux, et comme ces parties d'eau, ainsi élevées, descendent par leur pesanteur, de même les parties d'air condensées se dilatent ensuite par la force de leur ressort.

Il importe de remarquer que la propagation des ondes aériennes se fait selon toutes sortes de direction. Car l'air environnant les ondes qui se forment dans la direction du mouvement des parties du corps sonore, étant dans son état naturel, deviendra, tantôt plus rare, tantôt plus dense, selon que celui qui fera ses vibrations sera condensé ou dilaté. Il arrivera donc que quand l'air des ondes se dilatera, celui qui l'environne sera condensé et occupera leur place; c'est-à-dire, que cet air environnant sera plus dense dans le temps des vibrations, et plus rare dans leurs intervalles: il acquerra donc aussi ce mouvement d'ondulation, qu'a produit le corps sonore sur les parties qui l'entourent immédiatement. Et comme l'air qui environne celui qui est directement exposé aux premières vibrations, acquiert lui-même ce mouvement, il doit le communiquer à l'air qui l'environne, et ainsi ces ondes s'étendront dans toutes les régions de l'atmosphère, selon toutes les directions imaginables.

Tâchons à présent d'apprécier la différence des vitesses des ondes de l'air et de celles de l'eau. Il est aujourd'hui généralement reconnu que tous les sons se répandent à travers le fluide atmosphérique avec une vitesse déterminée, sur laquelle l'intensité du son n'a jamais aucune influence. *Gassendi*, et quelques physiciens, après lui, imaginant une parfaite analogie entre les ondulations de l'air et celles de l'eau, ont cru que les ondes de l'eau s'étendoient toujours comme celles de l'air, depuis le corps central qui les excite aussi avec une vi-

tesse déterminée, quelle que fût la grandeur ou la force du corps central qui les fait naître.

Les académiciens de Florence ont réfuté complètement cette opinion par des expériences multipliées: elles attestent que plus une pierre a de largeur, et plus la force avec laquelle elle est lancée sur la surface d'une eau tranquille est grande, plus aussi les ondes formées ont de vitesse.

Newton a considéré la nature des vagues de l'eau, la manière dont elles se forment, et de cette seule considération, il a déduit *a priori* les vitesses. Il a conclu que quand la force qui fait naître ces ondes devient plus grande, et conséquemment que quand leurs distances mutuelles sont aussi plus grandes, leurs vitesses augmentent comme les racines carrées de leurs distances; et ce qu'il y a de plus particulier, c'est qu'il fait voir que, dans tous les cas, la vitesse est telle, que si l'on prend la longueur d'un pendule, égale à la distance des ondes, elles parcourront un espace égal à ce même intervalle entre deux ondes, dans le temps que le pendule fera ses vibrations. *Newton* a déduit aussi *a priori* la vitesse du son. Je me bornerai à exposer la méthode générale qui l'a conduit à déterminer cette vitesse.

Nous avons vu que pour former les ondes nécessaires à la propagation du son, chaque molécule d'air doit être mue en avant et en arrière, en tournant, pour ainsi dire, dans un espace très-étroit. *Newton* va plus loin. Il démontre que ce mouvement en avant et en arrière n'est pas uniforme, mais accéléré et retardé par degrés, et précisément le même que celui d'un pendule. Il conçoit ensuite l'atmosphère réduite partout à une densité uniforme et semblable à celle de l'air voisin de la surface de la terre. Il détermine la hauteur de l'atmosphère ainsi réduite. Il imagine ensuite un pendule aussi long que cette hauteur, et calcule dans quelle proportion de temps les molécules aériennes et ce pendule achèveront leurs vibrations respectives: en comparant les espaces et les vitesses avec lesquelles ils sont parcourus, il trouve que le temps des vibrations des molécules d'air est à celui des vibrations du pendule, comme la distance des ondes entr'elles, ou comme l'intervalle des vibrations est à la circonférence d'un cercle, dont le demi-diamètre seroit la longueur du pendule ou la hauteur de l'atmosphère réduite; or, les ondes en allant en avant décrivent un espace égal à leur intervalle, dans le temps que chaque molécule d'air fait sa vibration: donc le temps dans lequel les ondes parcourent un de leurs intervalles, est au temps dans lequel le pendule fait une de ses vibrations en allant et venant, comme l'intervalle entre les ondes est à la circonférence que nous venons de déterminer.

Newton conclut de là que la vitesse de ces ondes de l'air, ou ce qui est la même chose, que la vitesse du son est telle qu'il pourroit parcourir un espace égal à la circonférence d'un cercle dont le demi-diamètre seroit la hauteur de l'atmosphère réduite, dans le temps qu'un pendule de la même longueur que ce demi-diamètre, feroit une de ses oscillations; ou que la vitesse du son seroit égale à celle qu'acquerroit un corps pesant, en tombant de la moitié de la hauteur de l'atmosphère réduite. D'après ces données, *Newton* parvient, à l'aide du calcul, à déterminer que le son doit parcourir 379,71 mètres (1140 pieds) par seconde.

Ce résultat est à peu près conforme aux expériences qui ont été faites sur cet objet avec le plus grand soin par *Thury*, *Maraldi* et *Lacaille*, sur une ligne qui avoit pour termes la tour de Montlhéri et la pyramide de Montmartre. L'observateur étoit placé entre deux. (*Voyez* les *Mémoires de l'Académie*, année 1738, page 128.)

J'ai dit à peu près, 1°. parce que le vent favorable ou contraire peut augmenter ou diminuer cette vitesse. Le vent n'est autre chose qu'une certaine quantité d'air animée d'un mouvement direct et progressif. Si cette masse d'air se meut dans le même sens que les ondes sonores, elles participeront de ce mouvement. Si cette masse d'air se meut en sens contraire, le mouvement des ondes sera retardé, de manière que la vitesse du son augmentera dans le premier cas, et diminuera dans le second, proportionnellement à la vitesse du vent.

2°. La chaleur et le froid influent aussi sur la vitesse du son; car puisque l'air est raréfié par la chaleur, la hauteur de l'atmosphère, supposé qu'elle ait partout la même densité, augmentera à proportion de cette expansion; et conséquemment, la vitesse du son qui est égale à celle qu'acquerroit un corps pesant en tombant de la moitié de cette hauteur, recevra aussi un accroissement qui sera comme la racine carrée de cette même expansion.

On peut dire la même chose des effets du froid, savoir que la vitesse du son éprouvera une diminution proportionnelle à la racine carrée de la condensation de l'air.

3°. Les variations de la hauteur du mercure dans le baromètre, n'ont aucune influence sur la vitesse du son. L'expérience prouve cette vérité, et la théorie la confirme; car quoique l'étendue de l'atmosphère réduite au même degré de densité soit souvent changée, cependant, faisant abstraction des variations produites par la chaleur et par le froid, sa densité changera toujours dans la même proportion; sa hauteur sera constante, et conséquemment la vitesse acquise en tombant de cette hauteur, qui est égale à celle du son, demeurera toujours la même : d'où il résulte que la propagation du son est également prompte, soit que l'air soit plus ou moins dense, soit que son ressort augmente ou diminue dans le même rapport que sa densité, et cela arrive toujours, à moins que la chaleur et le froid ne dérangent cette proportion.

La connoissance de la vitesse du son n'est pas une connoissance frivole. On peut l'employer avec avantage, 1°. pour avoir une mesure approchée de la distance qui sépare des lieux éloignés, en observant le temps écoulé entre la lumière aperçue et le bruit entendu; 2°. on peut s'en servir pour déterminer la largeur d'une grande rivière près de son embouchure; 3°. on peut, dans des temps orageux, en tirant du rivage de la mer, des coups de canon, préserver du naufrage des vaisseaux qui voyant la clarté et entendant le coup, reconnoîtront à quelle distance ils sont du lieu qu'ils veulent éviter ou aborder.

PROPRIÉTÉ. On entend par propriété, tout ce que les corps nous offrent de constant et d'uniforme, soit dans leur manière d'être, soit dans leur manière d'agir. Ce n'est qu'en attachant cette signification au mot *propriété*, qu'on peut dire que la physique est une science qui a pour objet les *propriétés* des corps. (*Voy.* l'article PHYSIQUE.)

PRUNELLE. C'est ainsi qu'on appelle une ouverture faite à la seconde membrane de l'œil, la sclerotique, et qui est bordée d'une espèce de rideau noir, gris ou bleuâtre, qu'on nomme l'iris. (*Voyez* Œil.)

Le principal usage de la prunelle est de fournir un passage aux rayons lumineux qui, partant de chaque point éclairé d'un objet, vont peindre son image sur la rétine; et comme ces rayons partis des extrémités d'un objet n'arrivent à la rétine qu'après s'être croisés dans la prunelle, l'image de l'objet est peinte sur la rétine dans une situation renversée. (*Voy.* Œil, Propagation du fluide lumineux, Vision, etc.)

PSYCHROMÈTRE. Les anciens avoient donné ce nom à un instrument qui servoit à mesurer le degré de froid. Cet instrument est aujourd'hui généralement connu sous le nom de thermomètre. (*Voyez* Thermomètre.)

PUISSANCE. Une force quelconque capable de soutenir ou de vaincre un effort quelconque, porte le nom de *puissance*. Tel est un corps qui en comprime un autre, et qui tend à le mettre en mouvement.

En mécanique, on appelle *puissance* une ou plusieurs forces qui concourent à vaincre un obstacle ou à soutenir son effort. Ces forces sont ordinairement les efforts des hommes, des animaux, des poids, etc.

Si la *puissance* est un homme ou un animal, on l'appelle *puissance animée*. Si c'est l'air, l'eau, le calorique, la pesanteur ou l'élasticité, elle prend le nom de *puissance inanimée*.

Il importe de remarquer que les puissances ou forces qui meuvent les corps, ne peuvent agir les unes sur les autres, que par l'entremise des corps mêmes qu'elles tendent à mouvoir: d'où il résulte que l'action mutuelle de ces puissances n'est autre chose que l'action même des corps animés par les vitesses qu'elles leur donnent, ou qu'elles tendent à leur donner. On ne doit donc entendre par l'action des puissances, et même par le mot *puissance*, que le produit d'un corps par sa vitesse ou par la force accélératrice qui l'anime. En combinant cette définition avec les lois de l'équilibre et du mouvement des corps, il est aisé de conclure que deux puissances égales et directement opposées se font équilibre; que deux puissances qui agissent suivant la même direction, produisent un effet égal à la somme des effets de chacune; que si trois puissances, agissant sur un point commun sont en équilibre entre elles, et que l'on construise sur leurs directions un parallélogramme, la diagonale de ce parallélogramme sera dans la direction prolongée de la troisième puissance, et que les rapports de ces trois puissances seront ceux de la diagonale aux côtés, etc. (*Voyez* Équilibre dans les machines et Composition des forces.)

PUISSANCES MÉCANIQUES. C'est ainsi qu'on nomme ordinairement les sept machines que nous considérons comme simples; savoir, les cordes ou machines funiculaires, le levier, la poulie, le tour, le plan incliné, la vis et le coin. (*Voyez* Machines funiculaires, Levier, Poulie, Tour, Plan incliné, Vis et Coin.)

PULSATION. Terme de physique. On a donné ce nom à l'impression que reçoit un milieu par l'action du fluide lumineux, d'un corps sonore mis en vibration, etc. *Newton* a démontré dans son *Livre des Principes*, que les vitesses des pulsations

dans un fluide quelconque, sont en raison directe de la racine carrée de la force élastique, et en raison inverse de la racine carrée de la densité, de manière que dans un milieu dont l'élasticité égale la densité, toutes les pulsations auroient la même vitesse. (*Voyez* le *Livre des Principes*, proposition 48.)

PULSION. C'est le mot dont *Newton* s'est servi pour désigner la propagation du mouvement dans un milieu fluide et élastique comme l'air. Il a démontré dans son *Livre des Principes*, que les pulsions qui se font dans un fluide élastique, vont et viennent alternativement en sens contraires, en faisant de très-petites vibrations, et que leur mouvement s'accélère et se ralentit exactement comme celui d'un pendule qui oscille; que la vitesse des pulsions est en raison directe de la racine carrée de la force élastique du milieu; et en raison inverse de la racine carrée de la densité. *Newton* part ensuite de cette proposition, comme d'un principe pour déterminer la vitesse des pulsions dans un milieu, dont la force élastique et la densité sont données. (*Voyez* le *Livre des Principes*, livre XI, proposition 47.)

PUPILLE. C'est la même chose que la prunelle. (*Voyez* PRUNELLE.)

PUR. (Air) C'est la même chose que gaz oxigène. (*Voyez* GAZ OXIGÈNE.)

PUTRÉFACTION. Décomposition lente et spontanée qui s'opère dans les substances animales et dans les substances végétales, en vertu de l'attraction compliquée qui existe entre leurs principes constituants. (*Voyez* à ce sujet l'article FERMENTATION.)

PYRITES. (*Voyez* SULFURES MÉTALLIQUES.)

PYROMÈTRE. C'est le nom qu'on a donné à un instrument qui sert à mesurer l'action du calorique sur les corps solides.

C'est à *Mussembrok* qu'est due l'invention du pyromètre; mais cet instrument est sorti imparfait des mains de son auteur, et il n'a acquis le degré de précision qui lui convient, qu'à mesure qu'il s'est éloigné de l'époque de son origine.

Celui qui est aujourd'hui le plus généralement employé, se compose principalement d'une lampe à alcool, garnie de plusieurs mèches, et d'une boîte cylindrique contenant plusieurs leviers correspondants entr'eux, qui communiquent le mouvement par le moyen d'une roue dentée, à une aiguille décrivant sur un cadran horizontal la circonférence d'un cercle, divisée en deux cents parties égales. On fixe successivement des cylindres de différents métaux, égaux en longueur et en grosseur, au-dessus des mèches allumées; de manière que l'un des bouts étant arrêté par une vis de pression, l'autre extrémité s'appuie contre la partie de l'instrument qui communique le mouvement aux leviers, et par suite à l'aiguille : et comme le moindre allongement la fait mouvoir de manière à lui faire décrire la circonférence entière pour chaque dilatation d'un quart de ligne, les plus petits degrés de dilatation deviennent appréciables à l'aide de cet instrument.

Dans certains pyromètres on place la barre métallique après avoir observé la température à laquelle elle a été élevée; et comme une des extrémités repose sur un point mobile qui est pressé par un ressort, ce dernier en se détendant à mesure que le refroidissement raccourcit la barre, fait

mouvoir une aiguille qui indique les degrés de raccourcissement.

La propriété qu'a l'alumine de prendre un retrait proportionné à la chaleur qu'on lui applique, a fait imaginer à *Wedgood* une espèce de pyromètre qu'il importe de décrire.

Cet instrument est composé de deux parties; l'une appelée *jauge*, qui sert à mesurer les degrés de diminution ou de retrait: l'autre comprend de petites pièces d'alumine, qui portent le nom de *pièces pyrométriques*.

La jauge est formée par une plaque de terre cuite, sur laquelle sont appliquées deux règles de même matière. Ces règles, droites et bien unies, offrent un écartement de 13 millimètres (6 lignes) à un des bouts, et de 9 millimètres (4 lignes) à l'autre. La jauge est coupée par le milieu, et on ajuste les pièces lorsqu'on veut en faire usage. La longueur de cette règle est divisée en 240 parties égales, dont chacune représente environ 3 millimètres (une ligne.)

On fait les pièces pyrométriques avec de la terre bien tamisée, mêlée ensuite avec de l'eau. La pâte qui en résulte est introduite dans un tuyau de fer, pour lui donner la forme de bâtons longs, que l'on coupe ensuite en parties, d'une grandeur convenable. Lorsque les pièces sont sèches, on les présente à la jauge, et il faut qu'elles s'adaptent au zéro de l'échelle. Les pièces ainsi ajustées sont cuites dans un four, à une chaleur rouge, afin qu'elles aient une consistance suffisante pour le transport. La chaleur qu'on emploie pour la cuisson est d'environ 6 degrés. Les pièces ont souffert une diminution dont on ne doit tenir aucun compte, puisqu'elles doivent être soumises à un degré de chaleur supérieur à celui qu'elles ont éprouvé. Pour mesurer un degré de chaleur inférieur, on se sert de pièces non cuites, qu'on conserve avec soin dans des étuis.

Pour faire usage de ce pyromètre, on expose une des pièces dans le foyer dont on veut prendre la chaleur. Lorsqu'on juge qu'elle en a éprouvé toute l'action, on la retire et on la laisse refroidir. On la présente à la jauge, et on détermine aisément le retrait qu'elle a éprouvé. Si on la retire d'un fourneau dans lequel on fait fondre un métal, à l'instant même où il entre en fusion, et qu'on répète la même opération pour une autre, il est facile de comparer le degré de chaleur qu'il faut appliquer à chacun pour les fondre.

La grande difficulté de fondre le platine a donné à *Guyton* l'idée de faire servir ce métal à la construction d'un pyromètre propre à mesurer les degrés de la plus haute chaleur de nos fourneaux. Il consiste en une lame de platine de 45 millimètres de longueur, 5 de largeur et 2 d'épaisseur. Elle est posée de champ dans une rainure pratiquée dans un tourteau d'argile réfractaire: elle s'appuie, par l'extrémité inférieure, contre le massif qui termine la rainure, et son extrémité supérieure porte sur le bras horizontal d'un levier coudé, qui a 25 millimètres de longueur. Le bras vertical du même levier est long de 58 millimètres, et son extrémité inférieure forme une aiguille sur un arc de cercle gradué.

Toutes les pièces de ce pyromètre étant de platine, on n'a à craindre ni fusion, ni oxidation; et le tourteau étant cuit au dernier degré ne peut prendre du retrait. Ses dimensions en rendent l'usage commode par la fa-

cilité de le placer dans un mouffle sous un creuset renversé. Il est si sensible qu'il peut montrer avec précision des dilatations d'un 200e. de millimètre (environ un 400e. de ligne). Pour empêcher que l'aiguille ne change de situation par le mouvement qu'on pourroit lui donner, quand on retire l'instrument du fourneau, on adapte une lame de platine qui fait ressort sur son extrémité.

Il paroît que ce pyromètre peut remplacer avec avantage celui de *Wedgood*, dont les pièces pyrométriques ne sont pas toujours de même qualité, comme tout ce qui tient à une manipulation quelconque.

PYROPHORE. On a donné ce nom à un composé chymique qui a la propriété singulière de s'enflammer de lui-même, lorsqu'on l'expose à l'influence de l'air, et particulièrement de l'air humide.

La préparation du *pyrophore*, ramenée a sa plus grande simplicité, consiste à mêler du carbone avec du sulfate acide d'alumine et de potasse, et à faire chauffer fortement le mélange. Il se forme un corps noir qui a toutes les propriété du *pyrophore*.

On peut encore former du *pyrophore* en faisant calciner du sulfate acide d'alumine et d'ammoniaque avec des matières végétales telles que le sucre, la farine, le miel; mais il importe de remarquer que la formation du *pyrophore* n'a lieu que parce que ces substances végétales fournissent de la potasse en même temps qu'elles contiennent du carbone.

Le *pyrophore* préparé comme nous venons de le dire contient un sulfure hydrogéné de potasse et d'alumine, mêlé de carbone extrêmement divisé. Il s'allume à l'air humide plus facilement qu'à l'air sec. Il convertit une partie du gaz oxigène atmosphérique en acide carbonique; une autre partie se combine avec le souffre pour former de l'acide sulfurique, de manière que lorsque le pyrophore a brûlé, il ne contient plus de sulfure hydrogéné comme auparavant, mais du sulfate d'alumine et de potasse. Ce n'est plus du sulfate acide d'alumine, parce qu'il a perdu l'acide surabondant. Le pyrophore exhale une odeur très-fétide lorsqu'on le jette dans l'eau, et donne une dissolution de sulfure de potasse et d'alumine hydrogéné. Il est enflammé par le gaz nitreux, par la vapeur nitreuse, par le gaz acide muriatique oxigéné. La cause de son inflammation spontanée n'est pas encore bien connue: on sait seulement que la potasse est nécessaire à sa formation, puisqu'on ne peut le faire avec du sulfate d'alumine, ni avec du sulfate d'alumine et d'ammoniaque, sans y ajouter de la potasse.

Q

QUADRATURE. C'est ainsi qu'on nomme les points de l'orbite d'une planète qui sont également distans de la conjonction et de l'opposition. La lune, par exemple, se trouve deux fois en quadrature dans chacune de ses révolutions: 1°. lorsqu'elle passe de la conjonction à l'opposition, et c'est ce qu'on appelle *premier quartier* de la lune; 2°. lorsqu'elle passe de l'opposition à la conjonction; et cette seconde quadrature porte le nom de *second quartier* de la lune. On a donné le nom de *quadrature* aux deux points de l'orbite également distans de la conjonction et de l'opposition, parce qu'une ligne menée du centre de la

terre au centre de la lune, fait alors un angle droit avec une ligne menée du centre de la terre au centre du soleil. (*Voyez* Conjonction, Opposition et Orbite.)

Lorsque la lune est en quadrature, on ne voit que la moitié de son hémisphère éclairé.

Lorsque la lune avance des syzygies à la quadrature, sa pesanteur ou la force qui la sollicite vers la terre est d'abord diminuée par l'action du soleil, et son mouvement est retardé par la même raison; ensuite la pesanteur de la lune est augmentée jusqu'à ce qu'elle arrive aux quadratures. (*Voyez* Lune.)

A mesure que la lune s'éloigne de ses quadratures en avançant vers les syzygies, sa pesanteur vers la terre est d'abord augmentée, et en suite diminuée : de là vient que l'orbite de la lune est plus convexe, toutes choses égales d'ailleurs, dans ses quadratures que dans ses syzygies; de là vient aussi que la lune est moins distante de la terre aux syzygies, et l'est plus aux quadratures, toutes choses égales d'ailleurs. (*Voyez* Syzygies, Orbite et Lune.)

Quand la lune est aux quadratures, ou qu'elle n'en est pas fort éloignée, les apsides de son orbite sont rétrogrades; mais elles sont progressives aux syzygies. (*Voyez* l'article Lune, qui renferme ces différens points de théorie.)

QUALITÉ. C'est une manière d'être des corps, qui affecte nos sens. Telle est la figure, la couleur, la solidité, la fluidité, etc. etc.

Les qualités servent à distinguer les corps. Celles qui sont constantes distinguent les objets en tout temps; celles qui sont fugitives ne peuvent servir à distinguer les corps que dans un temps donné.

Des corps qui sont semblables ont les mêmes qualités, et ceux qui ont les mêmes qualités sont semblables.

La doctrine des qualités a trop long-temps occupé les physiciens des anciennes écoles, qui l'ont surchargée d'un grand nombre de subtilités. Aux *qualités réelles* ils avoient joint une foule de *qualités occultes*, qu'ils employoient à expliquer les phénomènes dont ils ignoroient la véritable cause, et que la physique moderne a justement condamnées à l'oubli.

QUANTITÉ DE MOUVEMENT. La quantité de mouvement est le produit de la vitesse par la masse. Ainsi la quantité de mouvement d'un corps entier est la somme des quantités de mouvement de toutes ses parties. (*Voyez* Mouvement.)

Il suit de là, 1°. que si deux corps ont même vitesse, et que leurs masses soient dans le rapport de 2 à 1, leurs quantités de mouvement sont dans le même rapport. Si l'un des deux corps a une masse double et une vitesse double de celle de l'autre, la quantité de mouvement du premier est à celle du second dans le rapport de 4 à 1.

Dans le choc des corps, la quantité de mouvement qui se trouve dans chacun, en prenant la quantité des mouvemens qui tendent au même point, ou leurs différences, s'ils ont des directions contraires, n'est point du tout altérée par le choc. (*Voyez* Choc des corps.)

La quantité de matière, ou la masse d'un corps est le produit de sa densité par son volume (*Voyez* Masse et Densité): d'où il suit que si un corps est une fois plus dense

qu'un autre, et qu'il occupe une fois plus d'espace, sa quantité de matière sera quatre fois plus grande.

On juge de la quantité de matière d'un corps par son poids. (*Voy.* Masse, Poids etc.)

QUART DE CERCLE. Il y a plusieurs espèces de quarts de cercle; ils sont tous différens suivant les différens usages auxquels on les destine; mais tous ont cela de commun qu'ils consistent en un quart de cercle dont le limbe est divisé en 90 degrés ou en 100 degrés (division décimale du cercle); qu'ils ont un plomb suspendu à leur centre, et qu'ils sont armés de pinnules ou de luuettes pour observer.

Les quarts de cercle les plus ordinaires et les plus utiles sont le quart de cercle simple ou d'arpenteur et le quart de cercle astronomique.

Le quart de cercle simple se fait de cuivre, de bois ou d'autre matière. Son rayon est ordinairement d'environ 3 décimètres (12 ou 14 pouces); son limbe circulaire est divisé en 90 degrés ou en 100 degrés (division décimale du cercle), et chacun de ces degrés est divisé en autant de parties égales que l'espace peut le permettre. Sur un demi-diamètre sont attachées deux pinnules immobiles, et au centre est suspendu un fil avec un plomb; on attache aussi quelquefois au centre une règle mobile qui porte deux autres pinnules semblables à l'index d'un télescope, et au lieu des pinnules immobiles on y met quelquefois un télescope, quoique cet appareil appartienne plus particulièrement au quart de cercle astronomique.

Ce quart de cercle est employé à mesurer les hauteurs et les distances. Pour mesurer la hauteur d'une tour, on place verticalement le quart de cercle, et on regarde par la pinnule qui est près de la circonférence, en dirigeant l'instrument jusqu'à ce que l'œil aperçoive le sommet de la tour au travers des pinnules; alors la portion de l'arc interceptée entre le fil et le demi-diamètre où sont fixées les pinnules, fait voir le complément de la hauteur de la tour au-dessus de l'horizon, ou sa distance au zénith, et l'autre portion de l'arc interceptée entre le fil et l'autre demi-diamètre montre sa hauteur même au-dessus de l'horizon.

Le quart de cercle astronomique est fait ordinairement de cuivre. Son limbe est divisé le plus exactement qu'il est possible en degrés, minutes et secondes; sur l'un de ses côtés est attaché un télescope, et il y a un index tournant autour du centre qui porte aussi un télescope.

On emploie principalement ce quart de cercle pour observer le soleil, les planètes et les étoiles fixes.

QUARTE. En musique c'est la troisième consonnance parfaite. Son rapport est de 3 à 4; elle est composée de quatre sons, d'où lui vient le nom de quarte.

Deux cordes sont à la quarte l'une de l'autre si l'une des deux fait 4 vibrations dans le temps que l'autre emploie à en faire 3, ce qui peut arriver en trois cas différens, eu égard à la longueur, au diamètre et à la tension des cordes. Deux cordes qui ont même diamètre et qui sont tendues par des poids égaux, mais dont les longueurs sont dans le rapport de 4 à 3 sont à la quarte l'une de l'autre, parce que celle qui a une longueur comme 3 fait 4 vibrations dans le temps que celle qui a une longueur comme 4 en fait 3. De même deux

cordes égales en longueur et tendues par des poids égaux, mais dont les diamètres sont dans le rapport de 4 à 3 sont pour des raisons semblables à la quarte l'une de l'autre. Il est visible qu'il en est de même si deux cordes de même longueur et de même diamètre sont tendues par des poids dont les racines carrées sont dans le rapport de 4 à 3. (*Voyez* pour de plus amples développemens les articles Son et Cordes Vibrantes.)

QUARTIER DE LA LUNE. C'est la même chose que quadrature de la lune. (*Voyez* Quadrature) La lune est dans son premier quartier lorsqu'après s'être trouvée en conjonction avec le soleil elle s'en éloigne de 90 degrés (ancienne division du cercle). Il est aisé de voir qu'alors elle ne présente au spectateur terrestre que la moitié de sa partie éclairée par le soleil, et cette partie éclairée est tournée vers l'occident. La lune est dans son dernier quartier lorsqu'après s'être trouvée en opposition avec le soleil, elle s'en approche au point de n'en être éloignée que de 90 degrés. Il est visible qu'alors elle ne présente au spectateur terrestre que la moitié de sa partie éclairée par le soleil, et cette partie éclairée est tournée vers l'orient. (*Voyez* Quadrature et Phases.)

QUEUE D'UNE COMÈTE. Lorsqu'une comète porte sa chevelure en avant, c'est-à-dire vers la partie du ciel, où son mouvement propre semble la porter, cette chevelure se nomme *barbe* : quand elle la porte vers l'endroit du ciel d'où son mouvement propre semble l'éloigner, cette chevelure se nomme *queue* : enfin, si la chevelure l'enveloppe de toutes parts, on l'appelle simplement *chevelure*. (*Voyez* l'article Comète.)

QUEUE DE LA GRANDE OURSE. On a donné ce nom à une étoile de la seconde grandeur, qui est située dans cette constellation, à l'extrémité de la queue.

QUEUE DE LA PETITE OURSE. C'est ainsi qu'on nomme une étoile de la seconde grandeur, qui est située dans cette constellation, au voisinage du pôle boréal, et à laquelle on a donné le nom d'étoile polaire. (*Voy.* Étoile polaire.)

QUINTE. En musique, c'est la seconde des trois consonnances parfaites. Son rapport est celui de 2 à 3, et elle se compose de cinq sons, d'où lui est venu le nom de *quinte*.

Deux cordes sont à la *quinte* l'une de l'autre, si l'une fait trois vibrations dans le temps que l'autre emploie à en faire deux ; et cela peut arriver dans trois cas différens, eu égard à la longueur, au diamètre et au degré de tension des cordes. Ainsi deux cordes de même diamètre, qui sont tendues par des poids égaux, mais dont les longueurs sont dans le rapport de 3 à 2, sont à la *quinte* l'une de l'autre, parce que celle dont la longueur est comme 3 ne fait que deux vibrations, dans le temps que celle dont la longueur est comme 2 fait trois vibrations. Deux cordes de même longueur, qui sont tendues par des poids égaux, mais dont les diamètres sont dans le rapport de 3 à 2, sont, pour des raisons semblables, à la *quinte* l'une de l'autre. Il en est de même de deux cordes de même longueur et de même diamètre, mais qui sont tendues par des poids, dont les racines carrées sont dans le rapport de 3 à 2. (*Voy.* sur cet objet les articles Son et Cordes vibrantes.)

FIN DU SECOND VOLUME.

00560735